

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

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) 207-53-14, 207-23-96

Тел./факс: (095) 975-36-38

E-mail: holodteh@ropnet.ru

Подписано в печать 24.01.2002.

Формат 60x88¹/₈. Офсетная печать.

Усл.-печ. л. 7,5.

Отпечатано в ООО «РЭМОКС»



© Холодильная техника, 2002

В НОМЕРЕ:

Акимов Л.Д. Важно сохранить
связь времен и преемственность

ЖУРНАЛ С 90-ЛЕТИЕМ
ПОЗДРАВЛЯЮТ

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

От редакции

(журнал «Холодильное дело»
№ 1, 1912)

Рогатко С.А. История развития холо-
дильной промышленности России
(со второй половины XIX в. до 1917 г.)

Архаров А.М. Горизонты криологии

Ларин И.К. Фреоны и озоновый
слой Земли

Товарас Н.В., Ельчинов В.П., Хоменко
С.В., Сурков С.Е., Воронков О.Г.

Повышение технического
уровня отечественного
холодильного оборудования

СЕРТИФИКАЦИЯ
И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Продукция, прошедшая серти-
фикацию в НП «СЦ НАСТХОЛ»
в декабре 2001 г. и получившая
разрешение Госгортехнадзора
России на право применения
во взрывопожароопасных
помещениях

ЭЙРКУЛ

Собственное производство –
гарантия успешного развития

В МЕЖДУНАРОДНОМ
ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА

Международная конференция:
Менеджмент в области хлад-
агентов и технологии
уничтожения ХФУ

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!

Галина Николаевна Данилова

IN ISSUE:

Akimova L.D. It is important to keep
the connection of times and
continuity

CONGRATULATIONS TO OUR
MAGAZINE ON THE OCCASION
OF THE 90TH ANNIVERSARY

PAGES OF HISTORY

From editorial staff

(magazine «Kholodilnoye Delo»,
№ 1, 1912)

Rogatko S.A. History of the Russian
refrigerating industry (from the second
half of the XIX century to the year 1917)

Arkharov A.M. Horizons of cryology

Larin I.K. Freons and the Earth's
ozone layer

Tovaras N.V., Elchinov V.P.,
Khomenko S.V., Surkov S.E.,
Voronkov O.G. Increase of technical
level of Russian refrigeration
equipment

CERTIFICATION AND
STANDARDIZATION

Products having passed certification
at NP «STs Nasthol» in December of
the year 2001 and obtained the
permit of Gosgortekhnadzor of
Russia for the right of use of
products in explosion-fire hazard
production processes

AIRCOOL

Own production – guarantee of
successful development

AT INTERNATIONAL INSTITUTE
OF REFRIGERATION

International conference:
Management in the field of
refrigerants and technology of
doing away with CFC

CONGRATULATIONS ON JUBILEE!
Galina Nikolayevna Danilova

ГИБКИЙ ТЭН

Томск, «РЕМХОЛОД»

тел. (3822) 65-83-85, факс (3822) 65-84-04

e-mail: rus@rus.tsk.ru

http://www.remholod.tomsk.ru

Типовая длина 1, 2, 3, 4, 5, 6 м
Макс. температура 120 °С
60 Вт/м, 220 В
Цена за 1 пог. м 5 у.е.

«КАК ВЫБРАТЬ ХОЛОДИЛЬНИК»

автор В.В.Пискунов

Издательство «Колос», объем 6 л

Руководство рассчитано на широкий круг читателей, включая ком-
мерсантов и специалистов. Оно содержит более 1000 моделей и мо-
дификаций бытовых холодильников и морозильников отечествен-
ного и зарубежного производства, представленных на московском
рынке в последние годы.

Вся номенклатура бытовой холодильной техники рассматривается
в шести разделах. В приведенных в них таблицах даны: обозначе-
ние модели, габаритные размеры, емкость камер, потребляемая
мощность, расход электроэнергии, потребительские и конструктив-
ные особенности. Примеры пользования таблицами помогают най-
ти нужные модели и провести сравнительную оценку.

Книгу можно заказать по телефону: (095) 207-248

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 г. Москва

Выходил под названиями:

1912 – 1917 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1923 – 1924 – "Холодильное и военное дело"

1925 – 1936 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1937 – 1940 – "Холодильная промышленность"

с 1941 – "ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

Учредитель – Издательство
«Холодильная техника»

Холодильная техника

1 • 2002

Kholodilnaya Tekhnika

Важно сохранить связь времен и преемственность



Л.Д. Акимова,
главный редактор журнала

90 лет назад, в январе 1912 г., в России вышел первый номер журнала «Холодильное дело» (предшественник сегодняшнего юбиляра – журнала «Холодильная техника»). Журнал был основан Московским комитетом по холодильному делу при Московском обществе сельского хозяйства. Его издателем был член комитета инженер М.А.Ильяшенко редактором – секретарь комитета М.Т.Зароченцев. В работе журнала активно участвовали все члены комитета, в том числе В.Е.Цыдзик, О.О.Дрейер, Я.Я.Никитинский, С.А.Подерни и многие другие.

В редакционной статье первого номера журнала «Холодильное дело» (публикуется в этом номере) четко определены предпосылки его создания и сформулированы основные задачи и цели, которые сводятся к следующему: способствовать осведомленности среди потребителей холода, разработке вопросов о наиболее целесообразных формах применения холодильной техники в условиях России, объединить разнообразных деятелей холодильного дела, представителей как науки, так и практики для совместной работы, ведущей к увеличению экономической мощи Родины.

Уже в первые годы издания, освещая актуальные для того времени торгово-экономические и технические проблемы в области холодильного дела, журнал оказывал заметное влияние на развитие зарождающегося холодильного хозяйства России.

Годом раньше в Санкт-Петербурге начал издаваться первый в России журнал по холоду «Известия Комитета по холодильному делу», являвшийся органом этого комитета.

К сожалению, история этого первого в России периодического издания оборвалась в 1918 г.

Иначе сложилась судьба московского

журнала «Холодильное дело». После прекращения деятельности Московского комитета по холодильному делу в 1917 г. его председатель, потомок известного дворянского рода, Д.Н.Головнин вынужден был уехать из Москвы сначала в Краснодар, а затем в Баку, где начал издавать в 1923 г. журнал «Холодильное дело на путях сообщения», просуществовавший всего около двух лет.

Другие члены Московского комитета, в частности издатель журнала «Холодильное дело», выпускавшегося с 1912 по 1917 г., М.А.Ильяшенко и редактор этого журнала М.Т.Зароченцев, остались в Москве и после пятилетнего перерыва продолжили работу в возобновленном периодическом издании по холодильному делу, а именно в журнале «Холодильное и военное дело», вышедшем в 1923 г. В редакционный комитет этого журнала кроме М.А.Ильяшенко вошли проф. Я.Я.Никитинский, О.О.Дрейер, В.Е.Цыдзик, С.А.Подерни – бывшие члены Московского комитета по холодильному делу, участвовавшие ранее в работе журнала «Холодильное дело» (1912–1917 гг.). Председателем редакционного комитета журнала стал проф. А.В.Рязанцев, ответственным редактором – С.Г.Эстрин. В качестве авторов активно сотрудничали в журнале бывшие члены Московского комитета по холодильному делу Н.С.Комаров, Н.А.Крюков, а также проф. Е.С.Каратыгин, Р.Планк и др.

Здесь уместно напомнить, что пять лет, прошедшие с момента вынужденного прекращения издания журнала «Холодильное дело» до появления первого номера «Холодильное и военное дело», были не просто «трудными годами хозяйственного упадка», как осторожно характеризует их редакционная статья в первом номере журнала «Холодильное и военное дело» за 1923 г., а годами смены формации, смены идеологии.



МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гмрьова



Член-кор. АН СССР А.А. Саткевич, один из организаторов холодильного дела в России, участник первых двух Международных конгрессов по холоду, член редакционного комитета журнала «Холодильное дело» (1923–1929)



Профессор А.В. Рязанцев, председатель редакционного комитета журнала «Холодильное дело» (1923–1929)



И.А. Адамайtis, бывший начальник Главхладпрома, ответственный редактор журналов «Холодильное дело» и «Холодильная промышленность» (1931–1937)



Б.С. Фирсанов, бывший начальник Главхладпрома, ответственный редактор журнала «Холодильная промышленность» (1938–1940)

Поэтому нетрудно понять, что даже намеки на преемственную связь с дореволюционным, т.е. чуждым по идеологии, изданием были не только не безопасны для тех издателей, которые стояли в 1912 г. у истоков основания журнала «Холодильное дело», но и ставили под удар возможность выхода возобновленного журнала в свет. Именно по этой причине в редакционной статье первого номера «Холодильного и боевого дела» за 1923 г. осторожно сказано, что «в эти трудные годы возобновление издания каких бы то ни было специальных журналов сопряжено было с непреодолимыми препятствиями».

Фактически же возобновление журнала «Холодильное дело» изданием журнала «Холодильное и боевое дело» достаточно легко просматривается при сравнении основных задач, отраженных в редакционных статьях первых номеров обоих изданий: «Холодильное дело» № 1, 1912 и «Холодильное и боевое дело» № 1, 1923.

Эти журналы имели также сходные программы и похожие, а в ряде случаев и полностью идентичные рубрики.

В статьях, помещенных уже в первых номерах возобновленного журнала, анализировалось состояние холодильного хозяйства страны, отмечались первые успехи в восстановлении разрушенных в период гражданской войны предприятий и в строительстве холодильников, освещались вопросы применения натурального льда, рассматривались экономические проблемы холодильного дела, в частности возрождения дореволюционного экспорта из России продуктов животноводства.

Возобновление издания журнала «Хо-

лодильное и боевое дело» широко комментировалось в специальной российской и зарубежной прессе. В «Вестнике путей сообщения» № 34, 1923, например, сообщалось: «Тем более своевременно возобновление специального журнала по холодильному делу. Среди ряда статей видных специалистов отметим интересные статьи: проф. Е.С. Каратыгина «Холодильное дело, как экономический фактор», проф. А.В. Рязанцева «Холодильное дело о России...».

Преемственность журналов прослеживается и в названии нового издания: слова «боевое дело» добавлены в 1923 г. как дань требованиям времени и ведомственной принадлежности журнала, издававшегося «Мясохладобойней» Наркомпрода. Изменения в названии журнала не раз еще произойдут в дальнейшем.

Как известно, уже в 1925 г. журналу вернули его первоначальное название «Холодильное дело». В это время в нем уделялось внимание технике холодильного дела, эксплуатации холодильников и холодильного транспорта, практике холодильного хранения скоропортящихся продуктов и многим другим вопросам, экономическим проблемам и др.

В 1927 г., когда еще не была свернута новая экономическая политика и когда можно было говорить более открыто, в журнале «Холодильное дело» № 12 была опубликована редакционная статья «К пятилетию нашего журнала», которая начиналась следующими словами:

«Настоящим номером заканчивается первое пятилетие нашего журнала.

Когда в начале 1923 г. вышел наш первый номер – одновременно возобновили выход лишь немногие из спе-

циальных журналов, существовавших до войны и революции, и наш журнал оказался поэтому в числе первых».

Такое откровенное признание самими издателями возобновленного в 1923 г. журнала «Холодильное и боевое дело» факта его неразрывной преемственной связи с журналом «Холодильное дело», выпускавшимся в 1912–1917 гг., является самым неопровержимым аргументом правомерности отсчета истории журнала «Холодильная техника» с 1912 г.

В 20-е годы основной кузницей кадров высококвалифицированных специалистов в области искусственного холода было Московское техническое училище, переименованное в советское время в Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана. Его выпускники, в дальнейшем видные ученые, всегда активно сотрудничали в журнале.

Символично, что именно в Московском императорском техническом училище 92 года назад были прочитаны первые лекции по холодильным машинам, в 1914 г. создана лаборатория и в 1920 г. – кафедра холодильных машин, которую возглавил профессор В.Е. Цыдзик, стоявший, будучи членом Московского комитета по холодильному делу, у истоков создания в 1912 г. журнала «Холодильное дело».

В последующие годы не раз менялись название и ведомственная подчиненность журнала, но главные задачи и цели, определенные его основателями в 1912 г., не потеряли своей актуальности и по сей день.

В 1928–1929 гг. журнал выходил под названием «Скоропортящиеся продукты и холодильное дело». Это было вызвано тем, что в 1927 г. журнал «Холодиль-



*Профессор В.Е. Пыдзик,
заведующий кафедрой
холодильных машин МВТУ
им. Н.Э.Баумана (1920–1958),
член редколлегии журналов
«Холодильное дело» и
«Холодильная техника»
(1923–1958)*



*В.Я. Кокорев,
бывший заместитель
министра Мясокомпрома
СССР, главный редактор
журнала «Холодильная
техника»
(1948–1953)*



*Ш.Н. Кобулашвили,
бывший директор
ВНИИХИ, главный
редактор журнала
«Холодильная техника»
(1957–1970)*



*Д.Г. Рютов,
бывший заместитель
директора ВНИИХИ и
заместитель главного
редактора журнала
«Холодильная техника»
(1957–1978)*

ное дело» перешел в ведение Наркомторга, который как орган, руководящий деятельностью хозяйственных организаций, работающих в этой области, и регулирующий рынок скоропортящихся продуктов, поставил перед журналом цель – наиболее полно отражать общие задачи РСФСР в области холодильного дела, производства и сбыта скоропортящихся продуктов. Журнал стал двухнедельным, объем увеличился до 6 печатных листов в месяц.

С 1930 по 1936 г. журнал снова выпускался под своим первоначальным названием «Холодильное дело».

В это время в стране развернулось строительство крупных предприятий пищевой промышленности с производственными холодильниками, распределительных холодильников с цехами мороженого, заводами сухого льда. Реконструирован и расширен московский завод «Компрессор», начавший выпуск холодильного оборудования. В начале 30-х годов в Москве создаются Всесоюзный научно-исследовательский институт холодильной промышленности и Гипрохолод, в Ленинграде – Институт холодильной промышленности.

Все эти преобразования нашли отражение на страницах журнала. Он стал свидетелем строительства и пуска первой в Советском Союзе фабрики мороженого при Московском хладокомбинате № 8 (ныне ОАО «Айс-Фили»), положившей начало промышленному производству мороженого в стране. Для оснащения ее было поставлено современное для того времени технологическое оборудование из США. Некоторые образцы его после модернизации фабричными умельцами работают и сегодня.

Интенсивное развитие холодильной промышленности в предвоенные годы нашло отражение в названии журнала. В 1937–1940 гг. он именовался «Холодильная промышленность».

Уже в предвоенные годы наблюдается значительное расширение тематики журнала, которая выходит за рамки обслуживания холодом только пищевых отраслей промышленности, сельского хозяйства и торговли и распространяется на многие другие отрасли народного хозяйства страны, где искусственный холод с каждым годом завоевывал новые позиции.

Журнал приобретает все более ярко выраженный научно-технический, производственный и межотраслевой характер, что и определило его выход с 1941 г. под названием «Холодильная техника», которое сохранилось до сих пор.

За период с момента возобновления издания журнала в 1923 г. и до начала Великой Отечественной войны его ответственными редакторами были: С.Г.Эстрин, С.П.Нацаренус, И.А.Адамайтис, А.Я.Алейников, Б.С.Фирсанов, Ф.М.Чистяков. С 1923 по 1927 г. председателем редакционного комитета журнала был А.В.Рязанцев.

С 1941 по 1947 г. журнал «Холодильная техника» не выпускался. Возобновленное в 1948 г. издание журнала продолжило и приумножило лучшие традиции своих предшественников. В первые послевоенные годы журнал уделял внимание в основном восстановлению разрушенного войной холодильного хозяйства.

С развитием в 50–70-х годах базы отечественного холодильного машиностроения, чему в значительной мере

способствовало создание в 1950 г. ЦК БХМ, преобразованного впоследствии во ВНИИхолодмаш, а также с расширением научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ в области холодильной, криогенной техники и технологии журнал становится активным пропагандистом и последовательным проводником технической политики в этой области. На его страницах запечатлены практически все разработки холодильного оборудования различных типов и назначения, освоенного в производстве отечественными заводами холодильного машиностроения.

Журнал всегда уделял внимание фундаментальной и прикладной науке, выступал инициатором в постановке и обсуждении важнейших и острых для холодильной отрасли проблем, объективное и всестороннее освещение которых, несомненно, содействовало научно-техническому прогрессу в той или иной области холодильной техники и технологии.

По мере проникновения искусственного холода во все сферы человеческой деятельности – от поля и фермы до прилавка магазина, от бытовой до ракетно-космической техники – постоянно расширялась и информационная палитра журнала. На его страницах освещается все новое в области холодильной и криогенной науки, техники и технологии. Круг рассматриваемых в журнале вопросов включает: промышленное, технологическое и торговое холодильное оборудование, криогенную технику и технику кондиционирования воздуха, бытовые холодильники и морозильники, холодильный транспорт, холодильную автоматику, теплоизоляционные мате-



Д-р техн. наук, проф., А.А. Гоголин, крупный ученый, патриарх отечественной холодильной науки и техники, олицетворяющий живую связь времен

риалы, технологии холодильной обработки и хранения продуктов, проблемы создания холодильной цепи от производителей до потребителей продукции и многое другое.

В центре внимания журнала также проблемы реализации в России международных соглашений по охране окружающей среды, вопросы энергосбережения, техники безопасности аммиачных и фреоновых холодильных установок.

С момента основания в 1912 г. журнал вначале под названием «Холодильное дело», а с 50-х годов – «Холодильная техника» эффективно сотрудничает с Международным институтом холода, который был создан в 1908 г. на I Международном конгрессе по холоду. Многие члены российской делегации, принимавшей участие в работе съезда, входили в состав Московского комитета по холодильному делу – учредителя журнала «Холодильное дело» в 1912 г.

Под рубрикой «В Международном институте холода» в журнале освещаются деятельность МИХ, проводимые им международные конгрессы, конференции, симпозиумы, публикуются рефераты из Бюллетеня МИХ.

Журнал строит свою работу с учетом самых различных категорий читателей – от ученых и инженеров до машинистов холодильных установок. Он тесно сотрудничает с правительственными органами, научно-исследовательскими и проектными организациями, учебными заведениями, академиями и прежде всего с Международной академией холода, предприятиями и фирмами, активно участвует в международных форумах, конференциях, семинарах, выставках и т.д.

Своими публикациями журнал внес достойный вклад в подготовку нескольких поколений инженеров-холодильщиков.

В послевоенный период главными ре-

дакторами журнала последовательно были: В.Я. Кокорев, Л.П. Рыженко, М.А. Горбунов, Ш.Н. Кобулашвили, В.М. Шавра, В.Ф. Лебедев, М.П. Кузьмин. С 1987 г. журнал возглавляет Л.Д. Акимов.

Среди главных редакторов журнала важная роль в повышении его международного авторитета как высокопрофессионального специализированного периодического издания в области холодильной техники и технологии принадлежит Ш.Н. Кобулашвили. Низкий ему поклон за это.

Высокий научно-технический уровень журнала, признанный как в нашей стране, так и за рубежом, во многом определили известные ученые и специалисты, входившие в состав его редакционного комитета и редакционной коллегии в разные периоды его истории. Это М.Т. Зароченцев, М.А. Ильяшенко, А.А. Саткевич, В.Е. Цыдзик, Н.С. Комаров, Е.С. Каратыгин, Д.Г. Рютов, И.С. Бадильес, Б.С. Вейнберг, В.С. Мартыновский, В.Б. Якобсон, Г.Б. Чижов, Р.В. Павлов, Л.М. Розенфельд, Э.И. Каухчешвили, И.М. Гиндлин, А.В. Кан, М.Н. Мертешов, Ю.Я. Сенягин, Е.М. Агарев и многие другие.

Теперешний состав редакционной коллегии представляют видные ученые и специалисты: А.М. Архаров, А.В. Бараненко, Г.А. Белозеров, О.В. Большаков, В.М. Бродянский, А.В. Быков, В.А. Выгодин, В.Б. Галежа, Л.В. Галимова, А.А. Гоголин, А.К. Грезин, И.М. Калнинь, А.А. Мифтахов, И.И. Орехов, В.В. Оносовский, И.А. Рогов, В.В. Румянцев, И.К. Савицкий, В.И. Смыслов, И.Я. Сухомлинов, И.Г. Хисамеев, О.Б. Цветков, И.Г. Чумак, В.М. Шавра, А.В. Шаманов и др.

Более 25 лет самоотверженно трудилась в редакции заместитель главного редактора журнала Л.А. Володина, много лет отдали журналу Т.Ф. Алешина, З.Д. Мишина, Н.В. Чабан и др. Сейчас в издании журнала принимают участие Е.В. Плуталова, Л.И. Лапина, Т.А. Миансарова.

Но далеко не всегда была гладкой дорога журнала на пути к 90-летию. Нелегкие испытания выпали на его долю в начале 90-х годов в связи с проведением в стране шоковой экономической реформы. Лишившись государственной поддержки, а также площади во ВНИИХИ, чьим органом журнал был в течение многих лет, ему пришлось самостоятельно искать выход из сложившейся ситуации. Только благодаря усилиям коллектива редакции, спонсорской поддержке Миннауки РФ и Торгово-промышленной компании «Росмясомолторг» журнал выжил, преобразовался как по форме, так и по содержанию, сумев при этом сохранить свой статус научно-технического периодического издания.

Еще в более тяжелом положении оказались отрасли пищевой и перерабатывающей промышленности и особенно отрасль холодильного машиностроения. В этих условиях журналу пришлось освещать опыт передовых зарубежных фирм, показывая мировые достижения в области производства и использования искусственного холода.

Отдавая дань рекламе, журнал тщательно следит за технической грамотностью публикуемых материалов. И, как правило, ответственные рекламодатели приветствуют это, понимая, что технически грамотная реклама даст значительно больший эффект. В результате у редакции сложились тесные творческие контакты и взаимопонимание с такими фирмами, как «Йорк Интернешнл», первая реклама которой появилась в нашем журнале 75 лет назад, в 1927 г., «Керриер», Trane, «Дюпон», «Данфосс», «Грассо», «Альфа Лаваль», «Франц Хаас», «Гюнтер» и многими другими.

Сегодня журнал «Холодильная техника» – авторитетное, известное не только в России, но и далеко за ее пределами научно-техническое периодическое издание, пропагандирующее новейшие достижения в области холодильной, криогенной техники и технологии.

Журнал «Холодильная техника» стал основой, на базе которой создано одноименное издательство, выпускающее в настоящее время три периодических издания: «Холодильная техника», «Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов» (с 1999 г.) и «Вестник МАХ» (с 1998 г.), а также книги. Это позволило более четко обозначить границы тематической направленности журнала «Холодильная техника» и повысить качество публикуемых в нем материалов.

Отмечая свое 90-летие, обобщив опыт пройденных лет, журнал выработал ясную перспективу будущей деятельности на благо развития и подъема уровня отечественной холодильной, криогенной техники и технологии. В то же время, сохраняя преемственность, свою главную задачу журнал «Холодильная техника», как и его предшественник журнал «Холодильное дело», видит прежде всего в консолидации усилий всех холодильщиков страны в общем деле развития холодильной отрасли в России.

Уважаемые читатели, авторы, партнеры, коллеги, друзья, коллектив редакции благодарит вас за поддержку в трудные годы, поздравляет всех с нашим общим праздником – 90-летним юбилеем журнала и желает всем доброго здоровья, успехов и процветания!

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ

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

Некоторые сведения об охлаждении продуктов с древних времен до конца XIX в.

Применение холода для сохранения скоропортящихся пищевых продуктов было известно человечеству с самых древних времен. Достаточно вспомнить древнегреческие и древнеримские государства, где для сохранности овощей, фруктов и вин использовали пещеры в горах со всевозможными вентиляционными ходами и отверстиями. Древние римляне вырывали в земле глубокие подвалы, в которых зимой и летом сохранялась постоянная температура 8...10 °С. Подобные холодильники в горах устраивались также в средние века в Балканских странах, в Крыму, Молдавии и на Кавказе. В некоторых местах жители умудрялись создавать пещеры с достаточно холодным и сухим воздухом. Для сохранения продуктов летом использовали также воду ручьев и колодцев.

Поморские племена и восточные славяне замораживали рыбу и мясо дичи, а затем засыпали их снегом, сохраняя таким образом до теплого времени года. Кроме того, продукты опускали в ямы, заполненные льдом, покрывали их мякиной, мхом или соломой. В таком виде они сохранялись почти все лето. Но большие температурные перепады, дождь и ветер, а также постоянные набеги диких животных заставляли человека сооружать специальные помещения – погреба и ледники, получившие наибольшее распространение в Древней Руси. Как правило, они представляли собой построенные отдельно от жилья помещения из дерева, в которых делали глубокие ямы. Их заполняли заготовленным с зимы льдом, а поверх него или рядом с ним складывали продукты. Казалось бы, для сохранения продуктов были созданы благоприятные условия. Однако поступающий извне теплый воздух на место образующегося при таянии льда холодного воздуха, опускающегося на дно ледника, нес с собой множество бактерий. В результате создавалась среда, в которой качественное сохранение продуктов становилось проблематичным.

Надо отметить, что ледники и погреба с натуральным льдом, например, в Канаде устраивали иначе: продукты помещали внизу, а лед – сверху, причем выше уровня земли, а иногда даже в ящиках у потолка. Воздух около льда охлаждался и опускался на продукты, а теплый воздух поднимался вверх, от соприкосновения со льдом снова охлаждался, опускаясь вниз. Таким образом получалась замкнутая система охлаждения, обеспечивающая постепенное выравнивание температуры воздуха в помещении.

Различие в устройстве ледников на Руси и в других северных странах объяснялось различием укладов жизни: славяне

больше полагались на саму суровую природу и случай, чем на практический расчет и наблюдения за физическими свойствами льда. Однако независимо от того, какой из этих способов был лучше, применение натурального льда в погребах имело кроме естественного таяния и необходимости постоянного его обновления еще один недостаток: лед грязнился, и на нем заводилась плесень, вредно действующая на продукты. К тому же нередко лед приходил в негодность под действием грунтовых вод. При этом можно было достигнуть понижения температуры до 2 °С и даже до 1 °С, но не ниже.

Еще древние люди подметили, что кроме температуры большое значение для сохранения продуктов имеет влажность. Если влажность недостаточна, продукты сохнут, если чрезмерна – разлагаются. Поэтому холодильники как в пещерах, так и в погребах и подвалах всегда снабжались вентиляционными отверстиями. В русских погребах и ледниках их называли «отдушины» или «отдушины».

В XIX в. ученые установили, что в обыкновенных ямах-ледниках влажность почти всегда составляла 100 %. Также было доказано, что влажность окружающего воздуха при хранении скоропортящихся продуктов не должна превышать 80 %, а для некоторых продуктов – 60 %.

В течение веков типы ледников и погребов в России изменялись незначительно (об этом речь пойдет несколько ниже, в разделе о технологиях холодильного дела). Очевидные недостатки применения натурального льда при хранении продуктов заставляли человека искать другие способы получения холода.

Во второй половине XIX в. в Европе ученые в лабораторных исследованиях пытались найти достойный заменитель натурального льда. Такими заменителями стали различные химические соединения и смеси: лед и поваренная соль, углекислота, аммиак, сернистая кислота, хлористый кальций и другие вещества, которые, переходя из твердого или жидкого состояния в газообразное, понижали свою температуру. Этот физико-химический принцип был положен в основу почти всех машин и аппаратов искусственного охлаждения XIX–начала XX в. Благодаря ему появилась возможность искусственным путем получать низкие температуры (от 0 до –20, –45 °С), что позволило замораживать некоторые продукты, такие, как мясо и рыба, в условиях, близких к естественным и даже лучше (имея в виду искусственное получение в хранилищах постоянно холодного и сухого воздуха).

Развитие холодильного дела в России с 1888 до 1910 г.

Впервые в России искусственное машинное охлаждение пищевых продуктов было использовано рыбопромышленником Супуком в Астрахани в 1888 г. Его завод по переработке рыбы находился на берегу Волги и представлял собой двухэтажный корпус, разделенный на 4 цеха. В этих цехах находились паровая машина мощностью 50 л. с. с двумя цилиндрами, перегонные кубы цеамита и система

трубопроводов для циркуляции охлажденного воздуха. В одном из четырех цехов были оборудованы 4 камеры, в которых осуществлялось искусственное охлаждение рыбы при температуре до –8 °R (1 град Реомюра = 5/4 град Цельсия). Предприниматель использовал иностранное оборудование, сконструированное по способу Рауля Пиктера. Принцип холодильного устройства основывался на приме-

нении смеси окиси серы, углекислого газа и 60 % паров воды, которая при сжатии, а затем расширении понижала температуру охлаждаемого помещения.

Позднее Супук построил баржу-ледник вместимостью на 10 000 пуд. также с машинным охлаждением. Замороженная рыба, более дешевая, чем мясо, давала возможность рыбопромышленнику заключать с Интендантским управлением армии и флота очень выгодные контракты. С этого времени начинается эпоха искусственного охлаждения в разных отраслях пищевой промышленности. С 1989 г. машинное охлаждение, установки для которого поставлялись в основном из-за границы (Германия, Англия и Дания), стали применять на пивоваренных заводах и кондитерских (шоколадных) фабриках. Справедливости ради надо заметить, что само понятие и организация холодильного склада возникли несколько ранее. Еще в 1883 г. в Козлове Тамбовской губернии появилась Первая мясная контора, организовавшая убой скота и доставку парного мяса в Петербург. Так как мясо доставлялось только в холодный период года (с октября по март), то его следовало не охлаждать, а, наоборот, ограждать от излишнего холода. Для этой цели были устроены специальные вагоны без льда с двойными стенками. Таким образом, впервые было сооружено передвижное помещение с достаточно постоянной температурой воздуха для хранения скоропортящихся продуктов.

В 1895 г. предприниматель К.П.Воробьев в г. Петровске на Каспии на своем промысле построил рефрижератор на 20 000 пуд. продукции с системой охлаждения с помощью сжатия сернистого газа. Температура в этом холодильнике достигала -18°C .

В 80–90-е годы XIX в. громоздкое и дорогостоящее холодильное оборудование не могло быть использовано в России для сохранения и доставки скоропортящихся продуктов из мест производства на рынки потребления. Хотя именно в эти годы в некоторых пищевых отраслях (особенно молочной, мясной и рыбной) наметились сдвиги в расширении производства, переработки и торговли готовой продукцией. Поэтому частные предприниматели применяли для сохранения и доставки скоропортящихся продуктов стационарные и передвижные склады-ледники, в которых использовались натуральный лед и термоизоляционные материалы (пробковое дерево, рубероидальный кровельный материал, текторит, стеклянный шелк и т. д.).

В 1898 г., после окончания постройки Сибирской железной дороги, правительство обратило внимание на вывоз сливочного масла из Западной Сибири. Для этой цели весной 1899 г. были приобретены 50 вагонов-ледников. По пути их следования были устроены льдохранилища для набивки вагонов льдом. К 1908 г. в России уже насчитывалось 1907 специальных товарных вагонов для перевозки скоропортящихся продуктов. В это число включены не только вагоны-ледники, но и вагоны с вентиляцией, предназначенные для перевозки фруктов.

В начале XX в. отсутствовала всякая регистрация холодильных установок в стране. Поэтому приведенные ниже данные – это только частные случаи организации в тех или иных местах холодильных складов с машинными холодильными установками. В 1901 г. в Закавказье на р. Куре рыбопромышленник Питоев построил холодильник для рыбы на 13 000 пуд. с аммиачной холодильной установкой. Все сооружение обошлось в 100 000 руб. В 1904 г. в Астрахани на

р. Балде фирма рыбопромышленников «Бр. Сапожниковы» соорудила холодильник на 12 000 пуд. с машинным охлаждением и сернистой кислотой в качестве хладагента. Одновременно с этим подобный склад появился в Москве.

В 1906 г. на Амуре некий предприниматель Надецкий построил склад, рассчитанный на 1550 пуд. ежедневного замораживания и на 31 000 пуд. хранения замороженной рыбы. В этот период появились также небольшие частные холодильники в Петербурге, Москве и других крупных городах. В 1908 г. был открыт холодильный склад в Виндаве, предназначенный специально для приема «масляных» поездов из Сибири и хранения экспортного масла, рассчитанный на 175 000 пуд. Стоимость его составляла 200 тыс. руб.

Все эти цифры и факты говорят о том, что искусственное охлаждение продуктов было сосредоточено главным образом в руках крупных частных компаний и фирм, которые, сохраняя длительное время свою продукцию и нередко монополизируя местные рынки сбыта, существенно влияли на ценообразование многих скоропортящихся продуктов. Общественных же холодильных складов, в которых могла бы храниться продукция средних и мелких предпринимателей, в России насчитывались единицы. Среди них – холодильные установки при городских бойнях в Ростове-на-Дону, Таганроге, Риге, Кронштадте, Ташкенте и Грязях. При городском рынке в этот период был открыт холодильник только в Варшаве. Даже такие города, как Москва и Петербург, не имели общественных холодильников. Такое положение в холодильном деле России при довольно скромных ассигнованиях государства на развитие этой важной отрасли давало обширный простор для зарубежных инвестиций.

Одной из самых первых акционерных иностранных компаний, которая стала вкладывать средства в развитие холодильной промышленности России и, в частности, в развитие общедоступных многопрофильных холодильных складов, была английская компания «Унион». Созданная в 1898 г. в Лондоне, она за первый год своего существования получила 15 % прибыли. Затем в годы работы на российском рынке (1899–1909) ее ежегодный доход со всех 15 холодильных складов составил от 9 до 25 %. Наиболее крупные и достаточно современные по тому времени холодильные склады «Унион» находились в Риге (объем 2 500 000 куб. футов), в Козлове (Тамбовская губ.) для битой птицы и яиц (700 000 куб. футов), в Кургане для масла и свинины (700 000 куб. футов), с 1910 г. в Петербурге для различных продуктов (1 млн куб. футов).

Кроме холодильных складов общественного пользования в России в 1900–1910 гг. имелись государственные склады для приема товаров на хранение на ст. Грязи (Тамбовская губ.), ст. Черткове (юго-восточная железная дорога), ст. Есипово и частные склады в Петербурге: предпринимателей Картау, Векшинского, Берсельмана и Щукина. В Москве принимали рыбу и мясо на хранение в свой склад Сапожниковы.

Кроме перечисленных холодильных складов и установок стационарного назначения, а также вагонов-ледников на Сибирской железнодорожной магистрали в России в этот период холодильные машины имелись на 40 судах различного назначения (морских, речных и каботажных). Среди наиболее крупных владельцев надводных судов выделялось товарищество «Тихоокеанские морские промыслы С. Грушицкий и К^о», которое владело двумя рефрижераторными океанскими грузовыми пароходами. Первый из них – «Роман» был приобретен в 1910 г. во Владивостоке. Плавая до

покупки под английским флагом и перевоза мороженое мясо из Австралии, судно в 1908–1909 гг. выполняло также рейсы для российского Товарищества, доставляя с Камчатки в Гамбург и Ригу 25 000 пуд. соленой и свежей лосося и 75 000 пуд. свежей и мороженой рыбы в Одессу. На судне общим водоизмещением 2348 т была установлена холодильная машина производительностью 48 т льда в сутки. Второй пароход – «Евгения», купленный также у англичан в июне 1910 г., прежде перевозил из Южной Америки в Европу мороженую баранину. Судно общим водоизмещением 2079 т было оснащено двумя холодильными машинами производительностью 12 т льда в сутки каждая. Холодильные камеры были изолированы древесным углем.

Кроме этих судов Товарищество владело промышлявшим в Черном море рыболовным пароходом-тралом «Федя» с охлаждаемым рыбным трюмом. Пароход «Федя», приобретенный в апреле 1908 г. в Лиссабоне, до этого плавал под английским флагом у берегов Марокко со стороны Атлантического океана, занимаясь тральным рыболовством. Общее водоизмещение судна составляло 209 т. Рефрижераторное оборудование представляло собой компрессионную холодильную машину производительностью 5,5 т льда в сутки. Рыба хранилась в холодильнике судна при нулевой температуре и поступала на Одесский рыбный рынок через 12–15 дней после вылова без какого-либо изменения вкусовых качеств.

Однако одновременная поставка большого количества охлажденной рыбы на рынок оказалась невыгодной из-за отсутствия спроса. Более продуманным было решение создавать холодильники непосредственно на берегу и постепенно выбрасывать на рынок хранящуюся там рыбу. С той же целью весной 1909 г. Товарищество оборудовало деревянную баржу-холодильник. Камера охлаждения была устроена внутри баржи, имела двойную деревянную обшивку, промежуток которой был заполнен пробковой пылью.

Из этого обзора холодильных складов и установок на первый взгляд кажется, что они разбросаны в совершенно случайных местах России. Однако при более пристальном рассмотрении обнаруживается, что такие частные компании, как английская «Унион», создавали холодильные склады в первую очередь там, где с конца 80-х годов XIX в. производились достаточно дешевые русские экспортные продукты (сибирское масло, тамбовские свинина, птица и яйца, ценная рыбная продукция Балтики, Черного моря, Тихого океана и др.), пользовавшиеся особым спросом на европейском рынке.

Холодильное дело в России в этот период находилось в состоянии, которое никоим образом не отвечало внутренним потребностям общероссийского продовольственного рынка. Возможно, поэтому с самого начала своего раз-

вития холодильное дело в России становится предметом не только тщательного изучения и внимания со стороны государства, но и местом для жарких споров и столкновений различных мнений и взглядов относительно путей, по которым должна развиваться эта отрасль в нашей стране в последующее время.

Одним из первых, кто обратил внимание на холодильное дело в России, был председатель Императорского московского общества сельского хозяйства (И.М.О.С.Х) князь А.Г.Щербатов. В 1901 г. по его инициативе издан «Сборник по скороспелому мясному скотоводству, промышленному птицеводству и организации экспорта ценных скоропортящихся продуктов», в котором, пожалуй, впервые в нашей стране публично затрагивались вопросы холодильного дела. Осенью 1903 г. Обществом сельского хозяйства было созвано совещание по организации новых способов перевозки и хранения скоропортящихся продуктов. Для решения текущих вопросов организации холодильного дела совещание избрало комиссию под председательством профессора Московского сельскохозяйственного института Д.Н.Головнина, которой поручено организовать в Москве летом 1904 г. первую Всероссийскую выставку холодильного дела. Уже были проведены некоторые подготовительные работы, найдено помещение, но разразившаяся русско-японская война нарушила все планы. Многие деятели И. М. О. С. Х. и члены комиссии, в том числе и князь А.Г.Щербатов, покинули Москву, занимаясь чисто военными вопросами. Затем последовали трагические годы Первой русской революции, которая не позволила проводить организационные работы, связанные с развитием еще не окрепшей холодильной отрасли.

Между тем в Европе и Америке развитие холодильной промышленности шло бурным ходом. В 1908 г. в Париже должен был состояться I Международный конгресс по холодильному делу. В 1907 г. накануне проведения столь представительного форума Организационное бюро конгресса обратилось в Петербург к таким известным деятелям сельского хозяйства в России, как В.Н.Гончаров, А.А.Колонтар и Е.С.Каратыгин, с предложением по примеру других стран организовать национальный комитет для участия в конгрессе. Предложение было принято, и такой временный комитет был организован в декабре 1907 г.

Участие русской делегации в конгрессе показало, что Россия больше не может оставаться в стороне от мировых процессов развития холодильного дела. Для координации всех вопросов, связанных с дальнейшим развитием холодильной отрасли в стране, было решено временный комитет по холодильному делу преобразовать в постоянный при Министерстве торговли и промышленности.

Первые комитеты по холодильному делу в России

Комитет по холодильному делу (после преобразования в постоянный) провел свое первое заседание 12 апреля 1909 г. под председательством члена Государственного Совета В.И.Денисова, избранного председателем еще в Париже.

Конечно, располагая скромным по тем временам бюджетом, комитет не мог в одночасье совершить некую революцию в холодильном деле, добившись больших результатов за короткий срок. Для этого требовалась кропотливая, многоплановая работа. Члены комитета, прекрасно разбира-

вшиеся в аграрных и продовольственных вопросах, понимали, что основная доля пищевых продуктов производится на юге, юго-востоке и востоке России, между тем как центральноевропейская часть страны представляет собой преимущественно район перерабатывающей промышленности, который постоянно нуждается в подвозе продовольственного сырья. С учетом этих реалий начала XX в., а также принимая во внимание общее отставание России от развитых промышленных стран, Совет Комитета по холодильному

делу, приступая к работе в 1909 г., разработал целостную программу мероприятий, которая должна была повлиять на весь ход развития не только холодильной отрасли, но и в целом на продовольственную ситуацию империи. Вот как выглядели основные положения этой программы:

- введение таможенных льгот на ввоз холодильных машин из-за границы (позднее, в 1911–1912 гг. от этого положения отказались, так как оно шло вразрез с общей таможенной политикой государства);
- установление премий предпринимателям за устройство холодильников;
- распространение функций товароскладочных, комиссионных, транспортных и страховых учреждений на холодильные предприятия;
- разрешение выдачи ссуд под продовольствие, находящееся в холодильных устройствах;
- пополнение парка вагонов;
- устройство пристанционных складов-холодильников;
- распространение на холодильные склады Закона о государственной экспроприации земель;
- введение преподавания техники холодильного дела в некоторых учебных заведениях и т. д.

При разработке программы была намечена схема неразрывной цепи холодильных устройств, обеспечивающих доставку скоропортящихся продуктов потребителю. Все холодильные устройства в соответствии с их местом в этой цепи подразделялись на несколько типов:

- холодильные склады на месте производства, погрузки и сбора продуктов;
- вагоны и пароходы, перевозящие продукты из мест их производства в районы потребления;
- холодильные склады в местах потребления.

Схема должна была работать следующим образом: с сельских холодильников продукт поступает на сборный узловой холодильник, откуда вагоны-ледники, пароходы-рефрижераторы доставляют груз на потребительский рынок или в экспортный пункт. При доставке груза не для экспорта, а для потребления он поступает в центральный холодильник, откуда перераспределяется или на центральные рынки с холодильными устройствами, или же в небольшие частные холодильники отдельных торговцев.

Реализация этой программы и обустройство сети холодильных предприятий были рассчитаны на несколько лет.

Национальный комитет по холодильному делу в Петербурге предлагал на местах, в центрах важнейших продовольственных регионов создавать свои комитеты или отделения по холодильному делу. Такие отделения были организованы в 1910 г. в Козлове, Воронеже, Одессе, Астрахани, где в этот же год прошли первые четыре съезда Национального комитета. В работе этих съездов, проходивших по инициативе Петербургского комитета по холодильному делу и по просьбе местных деятелей сельского хозяйства, принимали участие представители местных комитетов по холодильному делу, железных дорог, городские и земские учреждения и т. д.

Позднее по этому принципу были созданы Комитеты по холодильному делу в Варшаве (1911 г.) и Омске (1913 г.). Одновременно создавались комитеты при обществах сельского хозяйства. В 1910 г. в Москве вначале была образована комиссия, а затем с марта 1911 г. – Комитет по холодильному делу при Московском обществе сельского хозяйства. Председателем комитета был избран проф. Д.Н.Головнин, това-

рищем председателя – инженер С.Ф. Улинский, членами правления – инженеры С.А.Подерни, П.С.Смирнов, казначеем – А.Ф.Нырков, секретарем – инженер М.Т.Зароченцев. С самого первого дня своего создания Московский комитет по холодильному делу вел обширнейшую работу по организации и популяризации холодильного дела не только в Москве и губернии, но и в отдаленной провинции – Симферополе, Бахчисарае, Мелитополе, Туле, Астрахани и т. д.

На заседаниях комитета слушались доклады о применении холодильного дела в той или иной пищевой отрасли. Комитет по мере возможности помогал частным лицам, связанным с холодильным делом, участвовал в различных отраслевых, районных и межрайонных выставках. В комитете была создана специализированная библиотека по сельскому хозяйству и холодильному делу, где насчитывалось свыше 80 русских сельскохозяйственных и технических периодических изданий и почти все иностранные журналы по холодильному делу. В 1911 г. было издано пять сборников трудов комитета, по статьям которых русское общество знакомилось с новейшими достижениями в области техники и экономики холодильного дела как у нас в стране, так и за рубежом.

Для более обширной и регулярной популяризации холодильного дела с января 1912 г. Московский комитет стал издавать журнал «Холодильное дело» (издание инженера М.А.Ильяшенко под редакцией М.Т.Зароченцева), правопреемником которого стал журнал «Холодильная техника».

По примеру Москвы при обществах сельского хозяйства были организованы комитеты по холодильному делу в Харькове (1911 г.), Ташкенте, Ростове-на-Дону, Тифлисе (1912 г.). В том же году в Томске было образовано самостоятельное общество для изучения холодильного дела в Сибири.

Все эти общественные организации, существовавшие в основном на весьма скромные членские взносы и пожертвования отдельных неравнодушных к этому делу промышленников, как уже говорилось выше, были призваны осуществлять на местах генеральную линию правительства на развитие холодильной промышленности в России.

Постоянная нехватка средств, препятствующая иногда даже организации собственной канцелярии, нередко парализовала те или иные инициативы комитетов. Естественно, что из-за недостатка средств при дорогостоящем зарубежном оборудовании, дефиците специалистов, скромных казенных субсидиях приходилось рассчитывать только на беспримерный энтузиазм пионеров холодильного дела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баторевич И.Ф. Значение холодильного дела для русского народного хозяйства и способы его финансирования. – СПб., 1912.
- Головнин Д.Н. Князь А.Г.Щербатов (некролог)//Холодильное дело. – М., 1915. № 4–5.
- Гринвальд К. Доклад Комитета по холодильному делу при Министерстве торговли и промышленности/Правительственные мероприятия и законодательства по холодильному делу//VI съезд по холодильному делу. – М., 1912// Труды съезда. – М., 1912.
- Зароченцев М.Т. Холодильное дело. Популярное изложение современных сведений о холодильном деле для торговцев, сельских хозяев, промышленников, владельцев холодильников и пр. – М., 1911.
- Карцев А. Холодильные средства товарищества «Тихоокеанские морские промыслы «С.Грушицкий и К°». – Одесса, 1910.
- Очерк деятельности Московского комитета по холодильному делу при Московском обществе сельского хозяйства//Вестник сельского хозяйства. – М. 1912. № 6.
- Объединение деятельности холодильных организаций / Доклад Московского комитета по холодильному делу//Труды VII холодильного съезда. Доклады. – Тифлис. 1913.

С.А.РОГАТКО

Д-р техн. наук, проф. **А.М.АРХАРОВ**
Московский государственный
технический университет
им. Н.Э.Баумана

УДК 621.56:621.59

Горизонты криологии

Двадцатый век был особым столетием в развитии цивилизации. Он оставил нам атомное машиностроение, атомную энергетику, реактивную и сверхзвуковую авиацию, ракетно-космическую технику, первые космические и межпланетные полеты, транзисторы, электронику, лазеры, радио, телевидение, радиолокацию, вычислительную технику, автомобилестроение ... он оставил нам холодильную и криогенную технику.

Ретроспективный взгляд в ушедшее столетие отчетливо обнаруживает области науки и технологии, области практической деятельности человечества, которые оказались глубоко зависимы от холода и сопряжены с развитием техники низких температур. Это – хранение и транспортировка продуктов питания; это – производство, ожижение, транспортировка и использование промышленных газов, природных газов и продуктов разделения воздуха; это – климатотехника и жизнеобеспечение; это – медицина и экология; это – разнообразные области научного поиска и исследований в энергетике, физике, химии, авиации, космонавтике, биологии и электронике.

Без сомнения, наша цивилизация понесет эстафету криологии дальше – через новое столетие, а роль низких температур будет постоянно возрастать.

Напомним читателям, что экстремально низкие температуры, полученные в лабораториях, составляют $\sim 10^{-8}$ K в кратковременных режимах и 10^{-3} K в стационарных. При этом область практического использования низких температур начинается примерно только от 0,3 K. (До этой температуры охлаждаются приемные устройства космических радиотелескопов.) Таким образом, средняя температура окружающей среды (~ 300 K) в 1000 раз превышает наименьшую, практически используемую температуру ($\sim 0,3$ K).

Это колоссальное различие! К примеру, в области высоких температур экстремально высокие, практически используемые температуры (~ 6000 K) превышают температуру окружающей среды только в 20 раз! Отсюда понятна специфическая роль теплообменной аппаратуры в технике низких температур, роль тепловой изоляции и роль энтропии, увеличивающиеся с понижением температуры. Поэтому усилия специалистов будут неизбежно сосредоточиваться на повышении эффективности и термодинамического совершенства не только отдельных машин и аппаратов, но и криосистем в целом. Резервы здесь есть. Так, степень термодинамического совершенства гелиевых криогенных установок ($\sim 4,5$ K) достигает только 15 %, воздухоразде-

лительных установок (~ 80 K) – порядка 30 %, а систем охлаждения и хранения пищевых продуктов ($\sim 250...260$ K) – около 40–45 %.

Понятно, что новые поколения холодильников и криогеников, так же как и их предшественники, будут искать и предлагать самые разнообразные методы снижения потерь от необратимости рабочих процессов, или, другими словами, методы уменьшения «производства» энтропии. Однако и в этой области исследований экономическая целесообразность будет оставаться критерием оптимизации. В связи с этим возрастает роль смежных дисциплин и технологий, которые должны будут обеспечить холодильную и криогенную технику новыми конструкционными и теплозащитными материалами, новыми рабочими и смазочными веществами, хладагентами и т.п. Борьба с «производством» энтропии будет продолжаться всеми доступными средствами, так как это экономит энергию.

Интересной проблемой является использование естественного, или природного, холода и обусловленные этим возможности уменьшения энергетических затрат. Дело в том, что на всех континентах, за исключением Австралии, есть криозоны, мерзлые почвы и ледники, природный холод которых может быть достаточно эффективно использован как непосредственно, так и опосредованно. В частности, в России был накоплен большой опыт постройки морозильников в зимнюю стужу, лед в которых сохранялся на протяжении всего теплого периода года. Эта проблема

The paper deals with the main direction of development of cryology the science of refrigeration, methods of its production and practical application. Special attention is given to problems of decrease of energy consumption and reduction of adverse effects on the environment.

заслуживает особого внимания в связи с возможностями теплотрансформации. Представляется вполне реальным, что для хранения продуктов при температуре порядка -25 °C сброс тепловой энергии из цикла термотрансформатора может эффективно осуществляться в естественную холодную среду, например, с температурой около 0 °C. Затраты электроэнергии при этом можно уменьшить почти вдвое. Конечно, общая эффективность будет зависеть от стоимости организации процессов использования естественного холода.

Новые возможности появляются в областях криохирургии и криотерапии в связи с комбинированным применением крио-, СВЧ, лазерных и плазменных воздействий.

Нами было недавно показано, что предварительный прогрев опухоли сверхвысокочастотным магнитным полем увеличивает эффективность последующего криовоздействия в 50 раз по объему. Это открыло новые области в криохирургии, например при лечении крупных гемангиом, методология которого уже с успехом используется в медицинской практике. Поскольку этот эффект связан с поведением внутриклеточной воды при СВЧ-облучении, то подобная методология может оказаться эффективной и в технологиях замораживания продуктов питания, особенно быстрого замораживания, которое обеспечивает сохранение ценных питательных свойств. Уже показано, что повышенная стоимость скороморозильного оборудования и соответствующих холодильных систем экономически может быть окупаемой. Поиски новых технологий в этой области уже активно ведутся и будут продолжаться в обозримом будущем.

Большое значение приобретают работы для медицины, которые направлены на создание мини- и микрокриогенных и холодильных систем. Целевое назначение их – домашнее хранение небольших количеств жидкого кислорода, который является спасительным сред-

*Всемирно известный советский русский ученый, создатель первых криогенных электрогенераторов мощностью до 300 МВт, был зверски избит бандитами в Санкт-Петербурге и умер 11 января 2002 г.

ством для астматиков (снимает спазм дыхания), а также охлаждение небольших групп клеток и даже отдельно взятых клеток того или иного органа. Задел в этой области сделан внушительный, поскольку в последней четверти XX в. активно разрабатывали микросистемы для ракетно-космической техники. Однако со стоимостью таких систем мало считались, что совершенно недопустимо, когда речь идет о бытовом и медицинском их использовании. Поэтому предстоит большая работа по совершенствованию технологий, упрощению и одновременно повышению надежности микрокриогенных систем.

Все шире начинают применять для лечения самых разнообразных наружных и внутренних заболеваний различные криопроцедуры, включая использование так называемых криосаун. В Москве и Санкт-Петербурге уже организованы такие медицинские криотерапевтические центры. Можно прогнозировать их появление не только в других городах, но и на крупных пассажирских морских и речных судах, в спортивных манежах и даже в домах.

Магнитная томография будет несомненно получать все большее распространение. Магнитные системы будут упрощаться и дешеветь, а жидкий гелий постепенно будет замещаться жидким азотом по мере увеличения производства высокотемпературных сверхпроводящих проводов. Медицинская практика выдвигает все новые и новые задачи по созданию самых разнообразных низкотемпературных устройств, в том числе для консервации и транспортировки живых тканей и органов, для их хранения или последующей трансплантации. Большую роль призваны сыграть также сверхпроводящие квантовые интерферометры при исследовании уникальных свойств человеческого организма.

Будет увеличиваться роль низких температур в решении целого ряда проблем экологии и жизнеобеспечения. Например, в крупных городах при быстром увеличении числа бензозаправочных станций должны улавливаться пары бензина, которые пока выбрасываются в атмосферу. Правительство Москвы уже поставило эту задачу, в решении которой низкотемпературные технологии могут быть успешно использованы. Более того, фирма «Криосервис» ввела в опытную эксплуатацию подобную систему, использующую жидкий азот.

Всевозрастающее значение имеют проблемы очистки воздуха от радиоактивных изотопов, особенно на заводах по переработке ядерных топлив и на ядерных объектах. Особая роль будет принадлежать системам кондиционирования и динамического отопления, которые базируются, как известно, на тех

же принципах теплотрансформации, что холодильные и криогенные системы. В этой области ожидается создание тепловых насосов, работающих на новых принципах с новыми рабочими веществами.

Даже беглый перечень проблем криологии убеждает в том, что в перспективе неизбежно будут осваиваться, в том числе и коммерчески, новые принципы охлаждения, а также новые способы температурной стратификации газовых потоков. К примеру, простые и надежные пульсационные охладители и вихревые агрегаты уже широко коммерчески применяются. На очереди использование так называемой трубы академика А.И.Леонтьева, реализующей температурную стратификацию газовых потоков с числом Прандтля меньше единицы. Будут все более широко применяться процессы волнового расширения, которые также могут обеспечить режимы температурной стратификации газовых потоков с любыми числами Прандтля. Получат применение гадолиний-галлиевые гранаты и тяжелые редкоземельные металлы и их сплавы в магнитных системах охлаждения, выполненных с использованием высокотемпературных сверхпроводящих материалов. Будут создаваться более эффективные типы адсорбентов и полупроводников для электрохолодильников. Представляется, что практическое применение найдут и интерметаллиды.

Из перспективных новых хладагентов особое внимание обращает на себя диметиловый эфир, свойства которого обеспечивают характеристики холодильного оборудования, близкие к характеристикам оборудования, работающего еще недавно на самом распространенном хладагенте R12. Особенности диметилового эфира заключаются еще и в том, что он является доступным дешевым дизельным топливом. Поэтому его использование позволит создавать совмещенные системы теплохладодоэнергообеспечения в первую очередь на транспортных средствах. Существующие препятствия, связанные с его горючестью, будут в конечном итоге преодолены.

В отношении криогеники – самой низкотемпературной области криологии – можно прогнозировать не столько количественные, сколько качественные изменения. Действительно XX в. дал импульс гигантскому ускорению количественного и качественного развития криогеники. Например, мировое годовое производство кислорода в 2000 г. составило 800 млрд м³, азота – 600 млрд м³, аргона – 700 млн м³. Мощность гелиевых ожижителей достигла 2000... 5000 л/ч, а водородных – 400 000 л/ч. Мощность воздухоразделительных установок ~ 400 000 нм³/ч перерабатыва-

емого воздуха. Сегодня перерабатывается каждый кубический сантиметр из кубометра атмосферы нашей планеты с целью получения продуктов разделения: кислорода, азота, аргона, криптона, ксенона и неона. В 2000 г. годовое мировое производство криптона составило ~ 65 000 нм³ и ксенона 6200 нм³, а неона 300 000 нм³.

Отчетливой тенденцией остается рост производства инертных и редких газов и повышение их чистоты. Сегодня на рынке криопродуктов востребован чистый азот с концентрацией примесей вплоть до нескольких ppb (несколько кубических миллиметров на кубометр газа). Еще недавно количество допустимых примесей составляло 10 ppm. Другими словами, требования по допустимому количеству примесей ужесточились более чем на 3 порядка! Это потребовало создания специальных установок, для чего пришлось приложить огромные усилия, которые увенчались успехом. В связи с ростом производства плоских плазменных телеэкранов резко возрастает спрос на неон высокой чистоты. Прогнозируется увеличение производства неона. Все больший спрос находят изотопы – третий гелий, изотопы неона и азота.

В России проблемным остается вопрос об увеличении производства сжиженного метана и расширении его использования в авиации, на железнодорожном транспорте, в судостроении. Сегодня есть ряд предложений по созданию ожижительных установок и организовано (компания «Лентехгаз», Ленинградская обл.) опытное производство жидкого метана, получаемого при переработке и разделении природного газа.

Помимо метана в обозримой перспективе будет наращиваться и производство жидкого водорода.

Криогеника определяла и будет определять в будущем выполнение крупнейших национальных и международных программ в космонавтике, авиации, энергетике, а также при выполнении крупномасштабных научных физикотехнических исследований.

Объем статьи позволил мне лишь бегло рассмотреть перспективы развития криологии, оставляя в тени многие технические и конструктивные проблемы, реально существующие и стимулирующие новые разработки.

Общая направленность работ в области криологии – упрощение, конструктивное совершенствование и разнообразие оборудования, повышение экономичности, технологичности и надежности при уменьшении затрат и экономии материалов. Думаю, что коллеги сделают важные уточнения и дополнения, и картина в целом окажется более полной.

Фреоны и озоновый слой Земли

Истощение озонового слоя в последней четверти XX века стало самой острой глобальной экологической проблемой и первым в истории человечества случаем глобального воздействия антропогенных факторов на окружающую среду.

The mechanisms of depleting the stratospheric ozone layer by chlorofluorocarbons are described. A generally accepted concept of ozone crisis has been confirmed.

Подобное развитие событий было предсказано в 1974 г. американскими учеными М.Молиной и Ш.Роуландом, предположившими, что выброс в атмосферу хлорфторуглеродов (ХФУ, или иначе фреонов) может уменьшить количество озона в стратосфере и увеличить уровень биологически опасного ультрафиолетового излучения на поверхность Земли с последующими разнообразными негативными экологическими и биологическими последствиями. Многочисленные исследования проблемы и натурные наблюдения за атмосферным озоном, выполненные к 1985 г., полностью подтвердили гипотезу М.Молины и Ш.Роуланда и дали неутешительный прогноз дальнейшего снижения уровня атмосферного озона при наращивании выбросов ХФУ в атмосферу.

Чтобы остановить надвигающийся озоновый кризис, в 1985 г. была принята Венская конвенция, а в 1987 г. – Монреальский протокол. В этих документах предусматривались меры по регулированию производства озоноразрушающих ХФУ и полное прекращение их производства к концу XX в.

В плане практического выполнения принятых международных соглашений основной стала задача замены озоноразрушающих ХФУ на озонобезопасные соединения с

близкими свойствами, которая легла на плечи всех производителей и потребителей ХФУ, включая работников холодильной отрасли.

Решение этой задачи в России помимо разнообразных экономических, технических и организационных трудностей осложняется появлением в последнее время публикаций, авторы которых пытаются объяснить убыль озона естественными причинами и предлагают пересмотреть решения Монреальского протокола, которые, по их мнению, не имеют научной базы. Подобные гипотезы немедленно широко распространяются средствами массовой информации как сенсации и последнее слово науки в этой области. И хотя с научной точки зрения эти озоновые новации не выдерживают никакой критики, однако их многочисленность сбивает с толку не очень сведущих людей и порождает сомнения в правильности выбранного пути решения проблемы.

Цель настоящей публикации состоит в том, чтобы развеять эти сомнения и объяснить, почему именно фреоны разрушают озоновый слой и почему никакого другого способа решения озоновой проблемы, помимо прекращения производства фреонов, не существует.

Озоновый слой оказывает существенное влияние на свойства средней атмосферы и обеспечивает условия существования флоры и фауны на поверхности Земли. Эти особенности озоносферы обусловлены в известном смысле уникальными физико-химическими свойствами озона. Молекула O_3 интенсивно поглощает солнечное излучение в биологически повреждающей области длин волн 220...290 нм, а также (правда, менее интенсивно) «земное» инфракрасное излучение с длиной волны 9...10 мкм, усиливая на 10 % парниковый эффект углекислого газа и других парниковых компонентов атмосферы. С другой стороны, как химическое соединение озон является сильнейшим окислителем (попросту ядом), способным при непосредственном контакте отравить те самые флору и фауну, которые он защищает в качестве стратосферного озонового слоя.

90 % атмосферного озона находится в стратосфере, т.е. в слое между высотами 15 и 60 км. Поэтому, когда говорят об озоновом слое, или озоносфере, имеют в виду стратосферный озон. Все, о чем пойдет речь далее, касается только стратосферного озона, поскольку образование и разрушение

атмосферного озона происходят главным образом в стратосфере. Более того, истощение атмосферного озона в конце прошлого века было полностью обусловлено процессами, протекающими в стратосфере.

Первая фотохимическая теория образования озонового слоя была предложена выдающимся английским геофизиком Сиднеем Чепменом в 1930–1931 гг. Суть ее ясна из рис. 1.

Как показано на рис. 1, процесс начинается с развала молекулы кислорода на два атома при поглощении кванта света солнечного ультрафиолетового (УФ) излучения. Образовавшиеся атомы кислорода быстро (за доли секунды) прилипают к молекулам O_2 и дают трехатомную молекулу озона O_3 . Процесс фотодиссоциации молекулярного кислорода энергетически возможен только при длинах волн менее 242 нм, что соответствует энергии связи атомов кислорода в молекуле. Кислород атмосферы эффективно поглощает это излучение, так что ниже 30 км от него почти ничего не остается. По этой причине озон образуется преимущественно на высоте более 30 км.

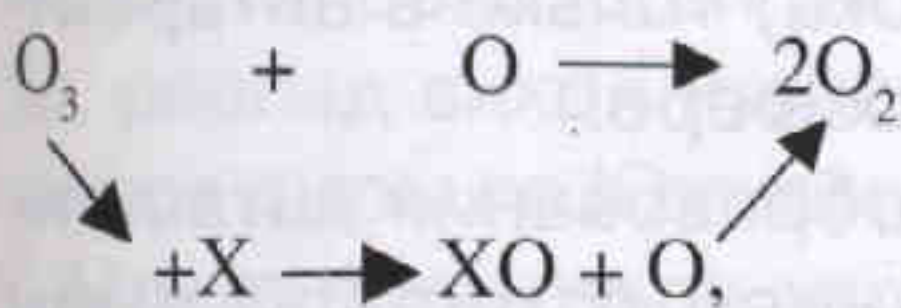
Поскольку в молекуле озона химические связи ослаблены, она легко разрушается даже светом в видимой области (400...700 нм) с образованием O_2 и атома O . И хотя молекул озона в стратосфере в миллион раз меньше, чем молекул кислорода, практически все атомы кислорода в стратосфере появляются именно таким образом. Молекула озона при этом исчезает, но лишь на доли секунды, так как через доли секунды атом O прилипает к молекуле O_2 , вновь образуя молекулу озона. Поэтому фотодиссоциацию O_3 на O и O_2 нельзя рассматривать как гибель озона. Действительная гибель озона происходит в результате реакции O_3 с атомами кислорода, как это показано в нижней части рис. 1. В этом случае образуются молекулы кислорода O_2 , которые на высоте, скажем, 30 км «живут» 600 лет, прежде чем фотодиссоциировать на два атома O и дать две молекулы O_3 . Нужно добавить, что прежде чем погибнуть, молекула O_3 и атом O многократно и быстро превращаются друг в друга (на высоте 30 км более 10 000 раз) и становятся формально неразличимыми. Поэтому их рассматривают как одну частицу так называемого нечетного кислорода O_x , считая, что

концен- траций- цы O_x о- лы O_3 и- подход- лить ат- на и об- шие р- Из п- дует, ч- не разр- самом- за ден- ких ши- все се- Теор- просу- ко по- данны- данны- рений, атмос- следу- допол- привел- ряющ- рушен- позвол- ными н- ускоре- более- основ- кислор- O_3 $\rightarrow$ $+X$ где X - Но с- ством- было т- зывает- прост- включ- 1. С- ных ч- (ОН, М- 2. П- $X +$ $HO -$ Рез- На з- сохр- 3. П- Из п- части- гокра- кажды- лекул- му чи- цепно- но дл- цепи-

концентрация O_x равна сумме концентраций O_3 и O , а гибель одной частицы O_x означает гибель одной молекулы O_3 и одного атома O . Только такой подход позволяет правильно определить атмосферное время жизни озона и объяснить его перенос на большие расстояния.

Из приведенного механизма следует, что без солнечного света озон не разрушается. Так и происходит на самом деле: ночью образовавшийся за день озон сохраняется, а в высоких широтах, где света мало, озона во все сезоны больше, чем в тропиках.

Теория Чепмена в неизменном виде просуществовала более 30 лет. Однако по мере накопления глобальных данных о содержании озона, включая данные ракетных и спутниковых измерений, становилось ясно, что озона в атмосфере заметно меньше, чем это следует из теории Чепмена. Поиски дополнительных путей гибели озона привели к открытию процессов, ускоряющих чепменовский процесс разрушения стратосферного озона, что позволило согласовать теорию с данными наблюдений. Оказалось, что это ускорение связано с существованием более быстрых параллельных путей основной реакции гибели нечетного кислорода:

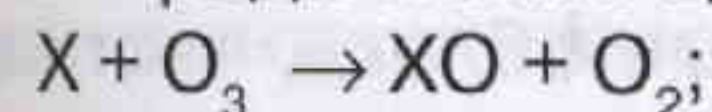


где $X = OH, NO, Cl, Br$ и др.

Но самым замечательным свойством этих параллельных реакций было то, что они протекают по так называемому цепному механизму. В простейшем виде цепной процесс включает следующие три стадии:

1. Образование химически активных частиц X , которые «ведут» цепь (OH, NO, Cl, Br).

2. Продолжение цепи:



Результат: $O_3 + O \rightarrow 2O_2$.

На этой стадии частицы X сохраняются, а O_3 и O погибают.

3. Гибель частиц X .

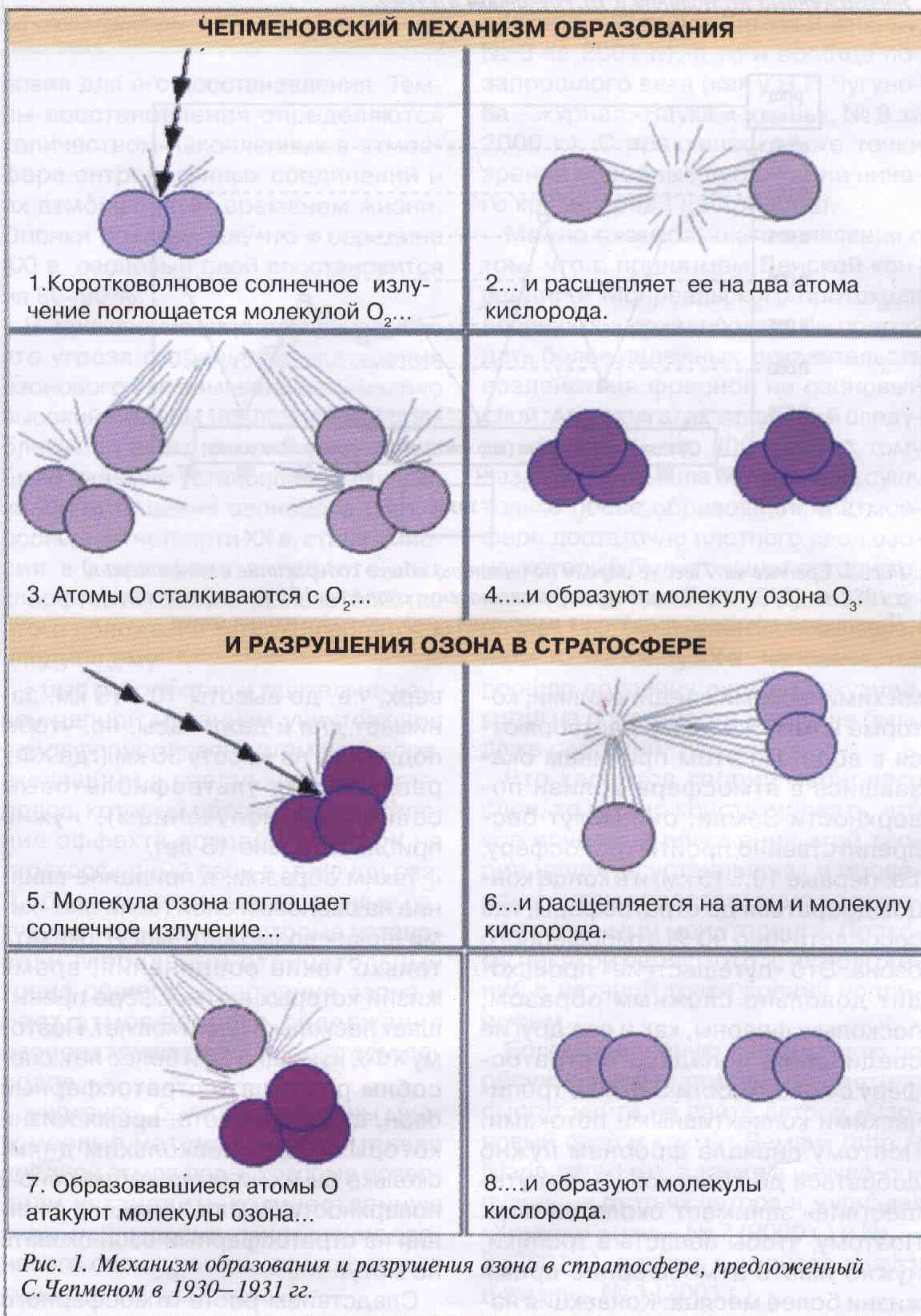
Из приведенной схемы следует, что частица X , ведущая цепь, может многократно участвовать в процессе, каждый раз уничтожая по одной молекуле нечетного кислорода. Поэтому численно количество погибших в цепном процессе молекул озона равно длине цепи. Для NO, Cl и Br длина цепи в стратосфере составляет от

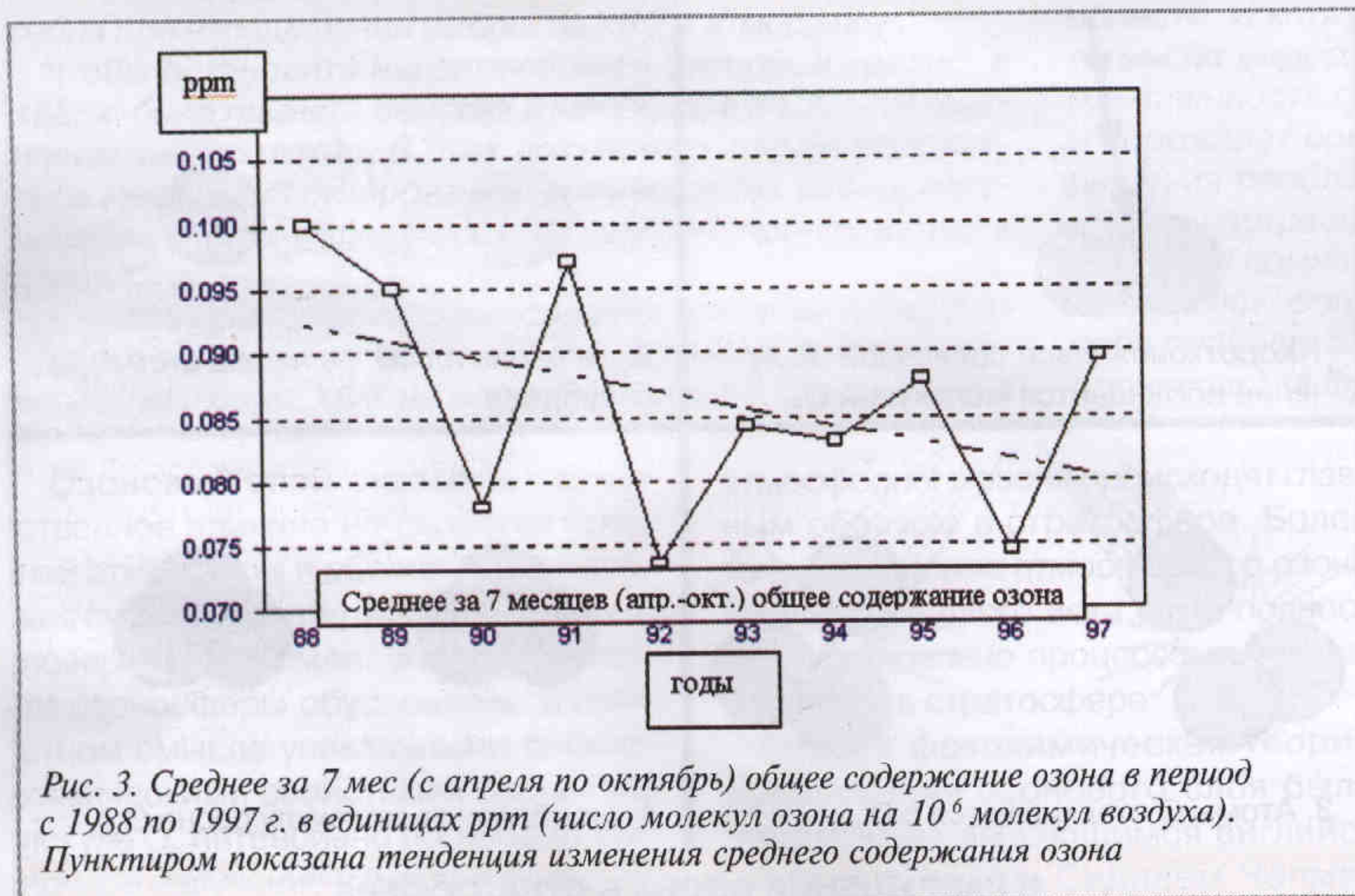
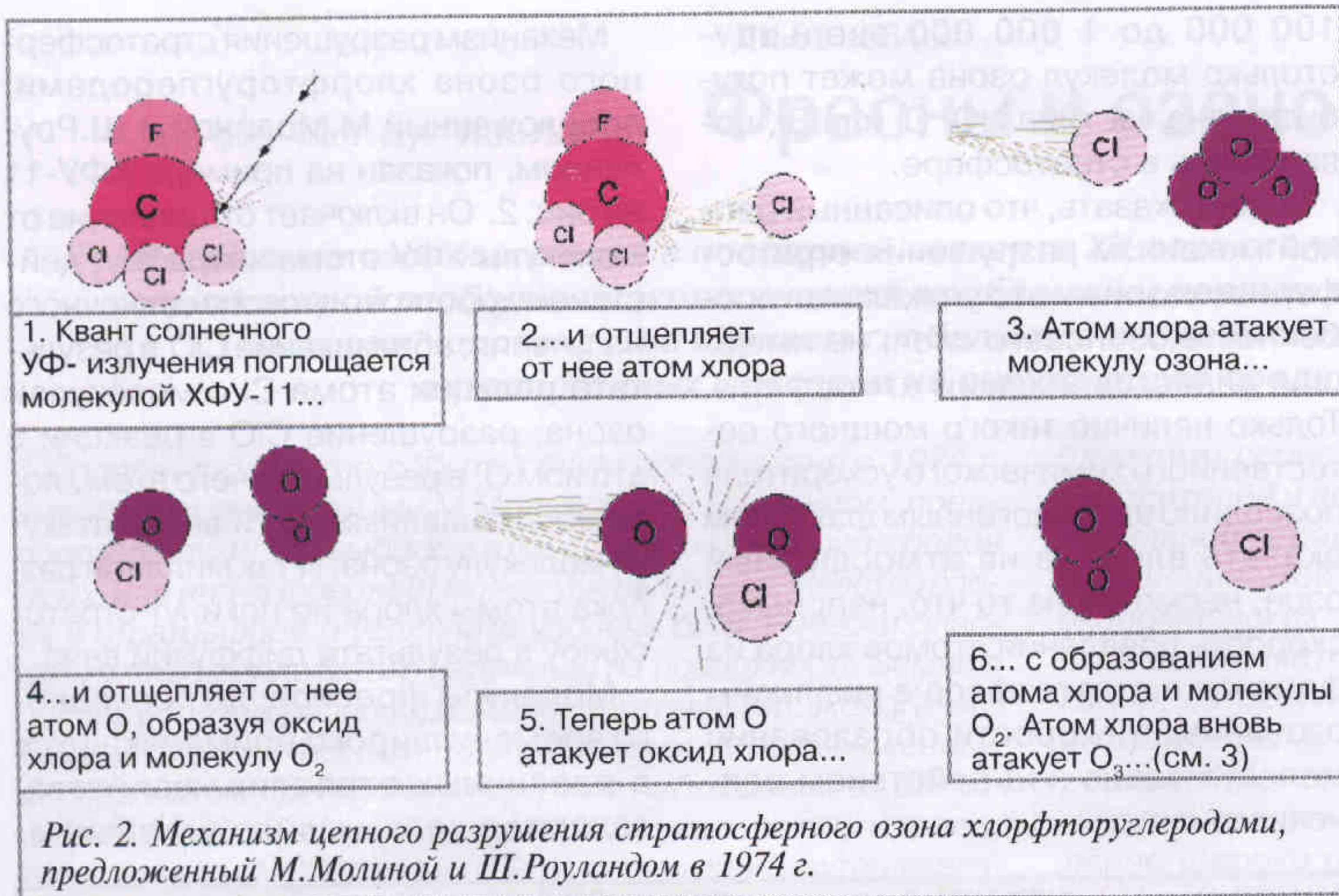
100 000 до 1 000 000 звеньев – столько молекул озона может погубить одна частица NO, Cl или Br , появившись в стратосфере.

Нужно сказать, что описанный цепной механизм разрушения стратосферного озона – это уникальная особенность озонового слоя, не имеющая аналогов в химии атмосферы. Только наличие такого мощного естественного химического ускорителя позволило антропогенным факторам оказать влияние на атмосферный озон, несмотря на то что, например, скорость появления атомов хлора из фреонов в стратосфере в миллионы раз меньше скорости образования молекул озона под действием солнечного света.

Механизм разрушения стратосферного озона хлорфторуглеродами, предложенный М.Молиной и Ш.Роуландом, показан на примере ХФУ-11 на рис. 2. Он включает отщепление от молекулы ХФУ атома хлора под действием коротковолнового солнечного излучения; образование ClO в результате реакции атома Cl с молекулой озона; разрушение ClO в реакции с атомом O , в результате чего атом хлора восстанавливается и вновь атакует молекулу озона. И так миллион раз, пока атомы хлора не покинут стратосферу в результате диффузии вниз.

Молекулы фреонов, до последнего времени широко применявшихся в различных отраслях хозяйства, являются чрезвычайно устойчивы-





ми химическими соединениями, которые к тому же плохо растворяются в воде. По этим причинам оказавшись в атмосфере вблизи поверхности Земли, они могут беспрепятственно пройти тропосферу, т.е. первые 10...15 км, и в конце концов добраться до стратосферы, где сосредоточено 90 % атмосферного озона. Это «путешествие» происходит довольно сложным образом, поскольку фреоны, как и все другие соединения, попадают в стратосферу с поверхности Земли с тропическими конвективными потоками. Поэтому сначала фреонам нужно добраться до тропиков. Это «путешествие» занимает около месяца. Поэтому, чтобы попасть в тропики, нужно иметь атмосферное время жизни более месяца. Конвекция на-

верх, т.е. до высоты 10...15 км, занимает дни и даже часы, но, чтобы подняться на высоту 35 км (где ХФУ разлагаются ультрафиолетовым солнечным излучением), нужно приблизительно 15 лет.

Таким образом, в принципе влияние на озоновый слой (если оно «химически» возможно) могут оказать только такие соединения, время жизни которых в атмосфере превышает несколько десятков лет. Поэтому ХФУ, живущие 50 и более лет, способны разрушать стратосферный озон, а оксиды азота, время жизни которых равно нескольким дням, сколько бы их ни было выброшено у поверхности Земли, никакого влияния на стратосферный озон оказать не могут.

Следствием роста атмосферного

содержания фреонов стало истощение озонового слоя. На рис.3 приводятся данные об общем содержании озона с 1988 по 1997 г., полученном усреднением данных за 7 мес каждого года – с апреля по октябрь. Можно видеть, что общее содержание озона за эти годы уменьшилось на 13 %. Снижение общего содержания озона за 12 мес в течение тех же лет составило 6–10 %.

Однако наиболее ярким проявлением антропогенного воздействия на озоновый слой Земли стало открытие в 1985 г. антарктической весенней озоновой дыры, в которой истощение озонового слоя составляет 50 % и более.

Для всех, кто занимается озоном, это открытие было полной неожиданностью, поскольку озоновую дыру обнаружили, казалось бы, в совершенно «мертвой» зоне, где «нормальный» озон мог только сохраняться и накапливаться. И тем не менее дальнейшие наблюдения и исследования этого необычного явления убедительно показали, что оно стало неизбежным следствием накопления в атмосфере озоноразрушающих антропогенных веществ. Правда, здесь «помогли» и совершенно уникальные метеорологические условия, существующие (пока) только в антарктической стратосфере.

Механизм образования антарктической весенней озоновой дыры (рис.4) заключается в следующем. В течение холодной антарктической зимы, когда температура нижней стратосферы снижается до -80°C , холодный воздух начинает опускаться вниз, в результате чего под действием сил Кориолиса на высотах 10...20 км образуется полярный вихрь, изолирующий воздух внутри вихря от остального пространства. В этих условиях образуются стратосферные полярные облака, частицы которых включают молекулы воды и азотной кислоты. На поверхности этих частиц протекают реакции, следствием которых становится образование из малоактивных, достаточно устойчивых соединений хлора малоустойчивых молекул Cl_2 и $HOCl$. Эти процессы идут в течение всей зимы, в результате чего к ее концу в полярном вихре накапливается значительное количество слабосвязанных хлорных компонентов. С восходом Солнца в начале антарктической весны, т.е. в начале сентября,

1. Образован стратосферный

HNO_3

2. Активизация

$ClONO_2$

$HOCl$

N_2O_5

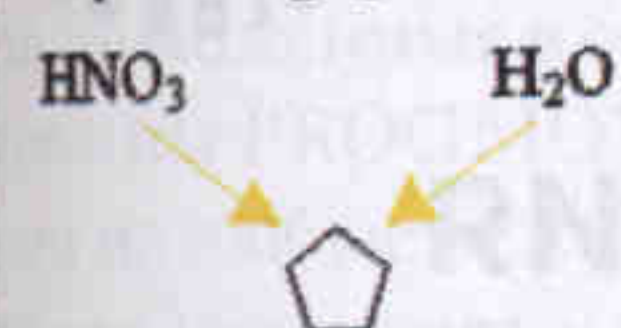
Рис. 4.

эти молекулы озона под действием солнечного излучения разрушаются, что приводит к образованию озоновой дыры. Вихрь в атмосфере способствует обмену веществами и в конечном итоге уничтожению озона. Дальнейшее развитие процесса, связанное с разрушением озона, приводит к образованию озоновой дыры.

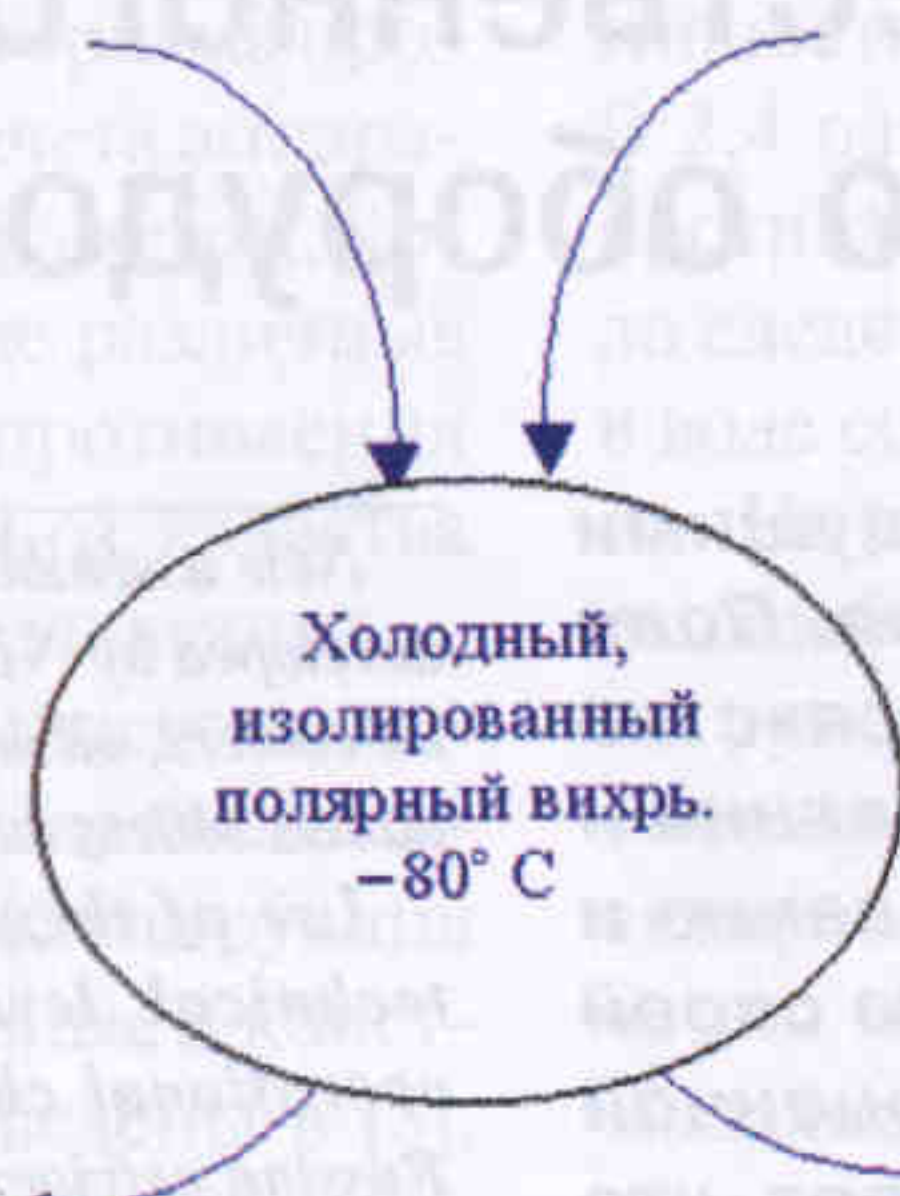
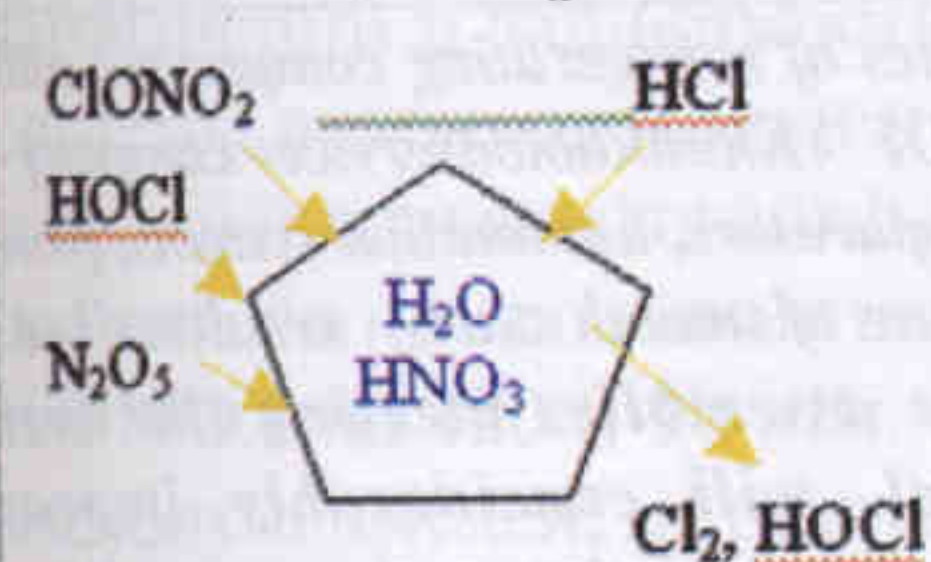
Можно предположить, что озоновая дыра образуется в результате разрушения озона под действием солнечного излучения. В результате этого процесса образуется озон, который затем разрушается под действием солнечного излучения. Этот процесс приводит к образованию озоновой дыры. В результате этого процесса образуется озон, который затем разрушается под действием солнечного излучения. Этот процесс приводит к образованию озоновой дыры.

В ТЕМНОТЕ ПОЛЯРНОЙ НОЧИ

1. Образование полярных стратосферных облаков

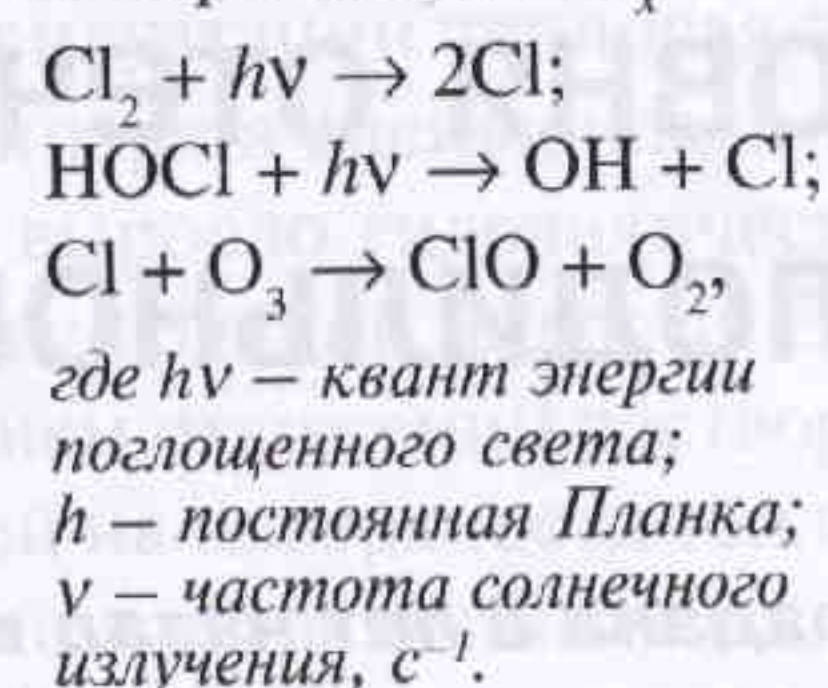


2. Активация Cl_x

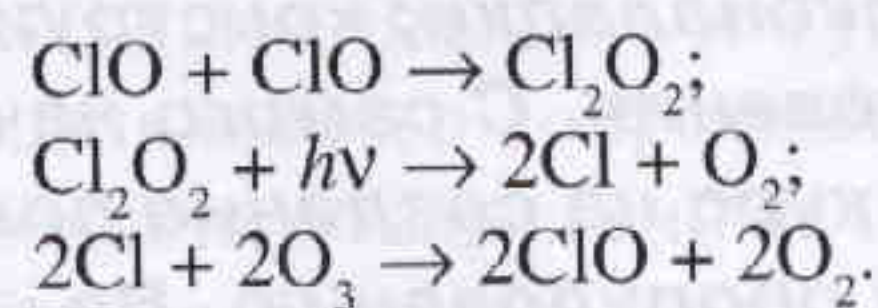


В СВЕТЕ ВОСХОДЯЩЕГО ВЕСЕННЕГО СОЛНЦА

3. Образование Cl_x



4. Цепное разрушение озона



Результат: $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$

Рис. 4. Механизм образования антарктической озоновой дыры

эти молекулы легко разрушаются солнечным светом, в результате чего образуются активные хлорные частицы Cl_x^* , начинающие разрушать озон цепным путем. Поскольку вихрь еще существует и никакого обмена с соседними, богатыми озоном областями стратосферы нет, содержание озона быстро уменьшается и внутри вихря озон полностью уничтожается.

Далее происходят разогрев воздуха, распад вихря и расползание остатков дыры по Южному полушарию.

Может показаться, что антарктическая озоновая дыра, возникающая на безлюдном континенте, не представляет особой угрозы для окружающей среды и человека. Однако это не так. Не считая того, что остатки дыры по площади могут превосходить Австралию и создавать хотя и временное, но существенное повышение уровня Уф-излучения на поверхности Земли, уже сейчас есть данные о том, что гетерогенный аэрозольный механизм разрушения антарктического озона «работает» и в средних широтах. А при дальнейшем неконтролируемом увеличении количества парниковых газов в атмосфере и связанного с ним охлаждения стратосферы в этих широтах могут возникнуть «антарктические» метеорологические условия. В таком случае дыра может оказаться и над нашими головами.

Принятые меры по регулированию производства озоноразрушающих веществ позволили остановить истощение озонового слоя и создать ус-

ловия для его восстановления. Темпы восстановления определяются количеством накопленных в атмосфере антропогенных соединений и их атмосферным временем жизни. Оценки показывают, что к середине XXI в. озоновый слой восстановится на 80–90 %.

В заключение еще раз напомним, что угроза глобального истощения озонового слоя вызвала необычайно высокий подъем исследований проблемы во всем мире. В результате было надежно установлено, что причиной истощения озонового слоя в последней четверти XX в. стала эмиссия в атмосферу антропогенных хлорфторуглеродов. Доказательства этого положения коротко сводятся к следующему:

- был разработан и тщательно изучен цепной механизм уничтожения атмосферного озона атомами хлора, входящими в состав хлорфторуглеродов, который обеспечивает усиление эффекта воздействия ХФУ на стратосферный озон в миллион раз;
- были проведены тщательные натурные измерения, которые установили глобальный отрицательный тренд общего содержания озона и рост атмосферного содержания озоноразрушающих хлорфторуглеродов;
- наконец, были разработаны многомерные математические модели средней атмосферы, которые позволили установить количественную связь наблюдаемого истощения озонового слоя с ростом атмосферного содержания фреонов.

В результате проведенных исследований был накоплен материал огромной научной ценности, что позволило не только решить проблему стратосферного озона, но и существенно продвинуться в изучении земной атмосферы в целом. Все эти достижения с полным основанием можно отнести к золотому фонду науки XX в. Поэтому попытки дискредитировать общепринятую концепцию озонового кризиса, которые предпринимаются в России в последнее время, могут вызвать только сожаление. С научной точки зрения эта критика не представляет никакой ценности, поскольку в ее основе, как правило, лежат представления пятидесятилетней давности (как, например, у В.Л.Сывороткина – журнал «Химия и жизнь», № 3 за 2001 г.), а то и вообще позапрошлого века (как у Н.И.Чугунова – журнал «Наука и жизнь», № 9 за 2000 г.). С практической же точки зрения подобные публикации ничего кроме вреда не приносят.

Можно также слышать заявления о том, что с принятием Венской конвенции и Монреальского протокола поспешили, что следовало бы подождать более надежных доказательств воздействия фреонов на озоновый слой. Авторам этих заявлений следует напомнить, что 400 млн лет тому назад жизнь вышла из океана на сушу только после образования в атмосфере достаточно плотного слоя озона, который был «тоньше» сегодняшнего только на 15–20 % (!). А это означает, что, уменьшив озоновый слой на 6–10 % к концу XX в., человечество прошло половину пути до ситуации, когда на поверхности Земли не было даже растений.

Что касается теории озонового слоя, то можно констатировать, что все основные положения этой теории надежно установлены и проверены путем сопоставления ее выводов с данными мониторинга. Поэтому никакой пересмотр этих положений с научной точки зрения неприемлем.

Более подробную информацию по обсуждавшейся проблеме читатели смогут найти на сайте автора «Озоновый слой и климат Земли» (<http://iklarin.narod.ru>), а также в научно-популярных статьях автора в журналах «Химия и жизнь» № 7 (2000 г.) и № 7–8 (2001 г.), а также в журнале «Наука и жизнь», № 1 (2001 г.).

*Под Cl_x понимают сумму частиц Cl и ClO .

Канд. техн. наук **Н.В.ТОВАРАС**,
канд. техн. наук **В.П.ЕЛЬЧИНОВ**,
канд. техн. наук **С.В.ХОМЕНКО**,
С.Е.СУРКОВ, **О.Г.ВОРОНКОВ**
НПФ «ХИМХОЛОДСЕРВИС»

Повышение технического уровня отечественного холодильного оборудования

Фирма «Химхолодсервис» была создана 8 лет назад ведущими специалистами российских НИИ и заводов холодильного профиля. Поле деятельности фирмы – реконструкция действующих и строительство новых крупных холодильных установок «под ключ» от проектирования и комплектации до монтажа и пусконаладки; конструирование и изготовление холодильного оборудования. С самого начала своей деятельности фирма взяла курс на создание полноценной альтернативы импортному холодильному оборудованию. Не секрет, что отечественное оборудование значительно уступало западному по техническому уровню и номенклатуре.

Организация производства всех компонентов холодильных установок с техническими характеристиками, приближающимися к параметрам оборудования лучших зарубежных фирм, – одно из ведущих направлений работы фирмы.

Определив, какие компоненты холодильных установок вызывают наибольшие нарекания у эксплуатационников и проектировщиков и какие наиболее уязвимы с точки зрения технического уровня, фирма начала разработку узлов холодильных компрессорных агрегатов и машин, а также гаммы теплообменного и вспомогательного оборудования.

Опыт эксплуатации отечественных холодильных агрегатов показывает, что наибольшие нарекания у эксплуатационников вызывают следующие узлы:

маслоохладители, которые часто выходят из строя в связи с тем, что межтрубные перегородки, выполненные из термически нестойкой пластмассы, оплавляются при температуре 85...95 °С; помимо этого конструкция отечественных маслоохладителей уступает конструкции западных образцов по теплотехническим параметрам;

маслоотделители, которые в 15–20 раз уступают по эффективности лучшим зарубежным образцам. В результате унос масла из агрегатов достигает 100...200 г/ч;

система автоматики, выполненная на устарелой элементной базе;

электрошкафы и комплектующие для агрегатов, которые не имеют систем разгруженного пуска. Необходимость в такой системе определяется тем, что зачастую отечественные электросети не позволяют осуществлять прямой пуск мощных электродвигателей.

В течение последних лет сотрудники фирмы совместно с сотрудниками других организаций провели научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по освоению новых конструкций маслоохладителей, маслоотделителей, силовых щитов и системы автоматики.

Маслоохладители. Энергетические характеристики и ресурс работы винтового холодильного агрегата существенно зависят от эффективности работы маслоохладителя. Основная функция этого аппарата – поддержание в заданном интервале значений температуры масла, от которой непосредственно зависят его вязкость, а следовательно, смазывающие и уплотняющие свойства.

Научно-производственной фирмой «Химхолодсервис» освоено производство нового маслоохладителя МОХ, где сегментные перегородки заменены системой каналов с развитой поверхностью теплообмена для движения масла [3].

Теплообменные элементы маслоохладителя МОХ (рис.1) представляют собой коаксиально расположенные трубы, образующие кольцевые каналы, которые заполнены насадкой (развитая поверхность теплообмена), играющей роль оребрения и турбулизатора. Плотное прилегание насадки к трубам обеспечено натягом.

С целью получения обобщенных зависимостей, необходимых для расчета маслоохладителя при различных режимных параметрах, а также для оценки влияния на его характеристики контактного термического сопротивления соединения насадка–труба и схем движения теплоносителей провели экспериментальные исследования теплоотдачи и гидродинамического сопротивления теплообменных элементов маслоохладителя при

New assemblies of refrigerating compressor unit developed by NDF «Khimkholodservice» company oil coolers, oil separators, automation systems, power panels with systems of smooth start – are described.

Use of these assemblies meeting the world technical level, will considerably improve operational characteristics and service life of Russian refrigerating units and machines.

движении вязкой жидкости (масла). Описание экспериментального стенда и методика эксперимента приведены в [3].

Анализ результатов эксперимента свидетельствует о значительном влиянии на теплоотдачу величины натяга насадки в кольцевом зазоре. Не обсуждая детально опытные данные [3], отметим, что для достижения высокого уровня теплоотдачи необходимо обеспечить натяг не менее 2000 Н на элементе длиной 1 м. В этом случае значения линейного коэффициента теплопередачи в рабочей области расходов для маслоохладителей винтовых компрессоров ($G = 0,035...0,045$ кг/с в расчете на один теплообменный элемент) достигают значений $K_L = 90...115$ Вт/(м·К). При этом влияние различных схем движения теплоносителей: водовод внутри внутренних труб (вариант 1), водовод снаружи наружных труб (вариант 2), водовод внутри внутренних труб и снаружи наружных (вариант 3) – незначительно и не превышает 20 %.

Данные по теплопередаче показывают, что, например, при среднем температурном напоре, равном 20 °С, и объемном расходе масла 3,3 л/мин теплообменный элемент длиной 1 м обеспечивает тепловой поток более 2000 Вт, что является высоким показателем.



Маслоохладитель МОХ 19-200-2,0

На основании вышеприведенных опытных данных были получены и численно аппроксимированы обобщенные коэффициенты теплоотдачи и гидравлического сопротивления со стороны масла, положенные в основу алгоритма программы PROGMOX для расчета аппаратов на любые режимные параметры, которая учитывает в том числе различные значения термического сопротивления загрязнений в зависимости от качества системы водоподготовки у заказчика.

Результаты исследований и расчетов использовали при создании маслоохладителей MOX на 120 и 90 кВт. Конструкция маслоохладителей, их режимные и конструктивные параметры приведены в [3]. Схема движения теплоносителей в маслоохладителе трехпоточная. Масло движется в пространстве между внутренними ($\varnothing 18 \times 1,5$ мм) и наружными ($\varnothing 33 \times 1,5$ мм) трубами по насадке (см. рис. 1). Вода вначале циркулирует в кожухе прямооток по отношению к маслу, омывая наружные трубы, затем, проходя по специальной трубе, пронизывающей масляную полость, движется противоток по отношению к маслу по внутренним трубам.

Сравнение маслоохладителей MOX с кожухотрубными аналогами, имеющими сегментные перегородки, показывает, что при одинаковых режимных параметрах габаритные размеры и масса разработанных маслоохладителей примерно в 2 раза меньше. В 5 раз меньше вместимость по маслу, что является их преимуществом.

Сравнение, выполненное ОАО «Альфа Лаваль Поток» [2], свидетельствует, что маслоохладители MOX по своим массе и габаритным размерам практически не уступают полусварным пластинчатым маслоохладителям. Так, пластинчатый маслоохладитель M6MWFGR, обеспечивающий тепловую нагрузку 90 кВт, имеет массу 164 кг, а MOX 18-200-2,0 (число труб 18, диаметр кожуха 200 мм, рабочая длина труб 2000 мм), спроектированный на ту же нагрузку, — 180 кг.

Маслоохладители MOX прошли промышленные испытания на штатных аммиачных компрессорных агрегатах 21A410-7-3 на Московском рыбокомбинате — ЗАО «Меридиан» и 21A280-7-3 — на Санкт-Петербургском хладокомбинате № 7. С этой целью агрегаты были оснащены необходимой измерительной аппаратурой (расходомеры, термометры и манометры) [3]. Испытания проводили с интервалом в полгода, с тем чтобы оценить влияние отложений водяного камня на теплообмен и гидравлическое сопротивление.

Результаты испытаний, приведенные в [3], показали, что, например, маслоохладитель MOX 36-300-1,5 (число труб 36,

диаметр кожуха 300 мм, рабочая длина труб 1500 мм) в «чистом» виде обеспечивает минимальную расчетную тепловую нагрузку 185 кВт. После шестимесячной эксплуатации тепловая эффективность аппарата уменьшилась на 30 %. В 2,4 раза выросло гидравлическое сопротивление водяной полости. Это стало следствием отложений растворенных в воде солей на поверхности теплообмена. Но даже в загрязненном состоянии теплообменник обеспечивал расчетную нагрузку в 125 кВт, что подтвердило обоснованность заложенного при его проектировании запаса. Вместе с тем увеличения гидравлического сопротивления масляной полости обнаружено не было, а следовательно, насадка не является объектом для твердых отложений.

Испытания подтвердили высокую эффективность маслоохладителя MOX. Проведенные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы позволили создать теплообменный аппарат — маслоохладитель, не уступающий по массогабаритным показателям зарубежным образцам.

В настоящее время нами выпущено более 60 маслоохладителей MOX. Опыт эксплуатации позволил сделать некоторые выводы. В четырех случаях после примерно полугодовой эксплуатации была обнаружена разгерметизация водяной и масляной полостей. Детальный анализ (вскры-

тие аппаратов с последующим изучением характера отложений в водяной полости, металлографические исследования и т.д.) показал, что имела место язвенная коррозия наружных труб. Дело в том, что на этих двух предприятиях полностью отсутствовала водоподготовка. В этом случае наличие биологических примесей в воде приводит к отложению (прилипанию) их к внешней поверхности наружных труб (заиливание в виде отдельных бугорков диаметром 5...6 мм). Поверхность труб под бугорками изолируется для доступа кислорода, растворенного в воде. Вследствие различного доступа кислорода к блокированной и свободной поверхности возникает разность электрохимических потенциалов, способствующая интенсификации процесса коррозии. Под слоем отложений (под бугорком) образуется «язва», которая развивается и со временем становится сквозной.

Отдельно остановимся на вопросе о скорости движения охлаждающего теплоносителя (воды) в межтрубном пространстве. Когда мы приступали к конструированию маслоохладителя, то пытались минимизировать влияние коррозии. Из литературных источников известно, что коррозия минимальна на стальных поверхностях, погруженных в воду, которая движется с очень малой ($w < 0,1$ м/с) скоростью или со значительной скоростью ($w > 1$ м/с) [1].

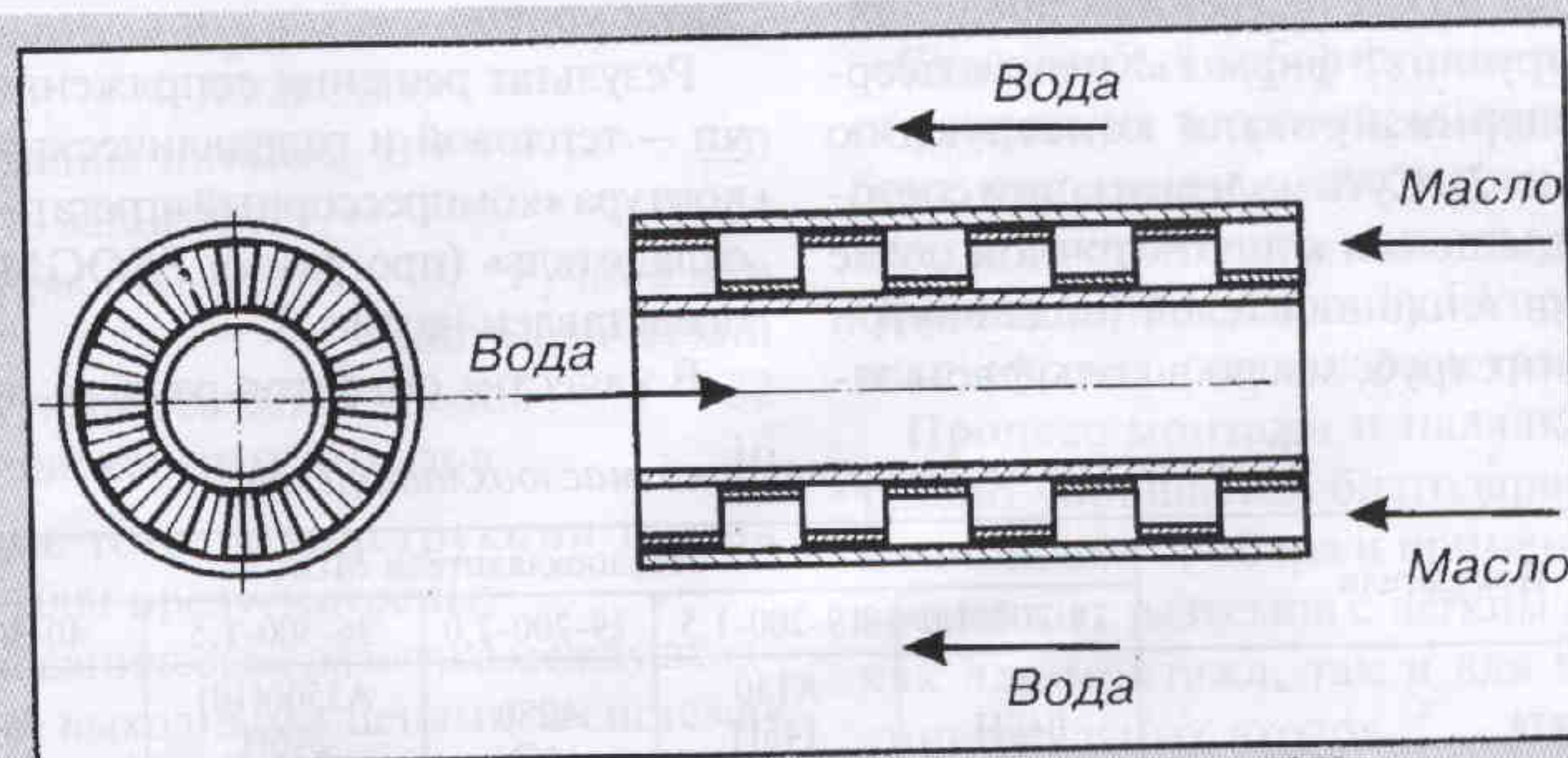


Рис. 1. Теплообменный элемент маслоохладителя MOX

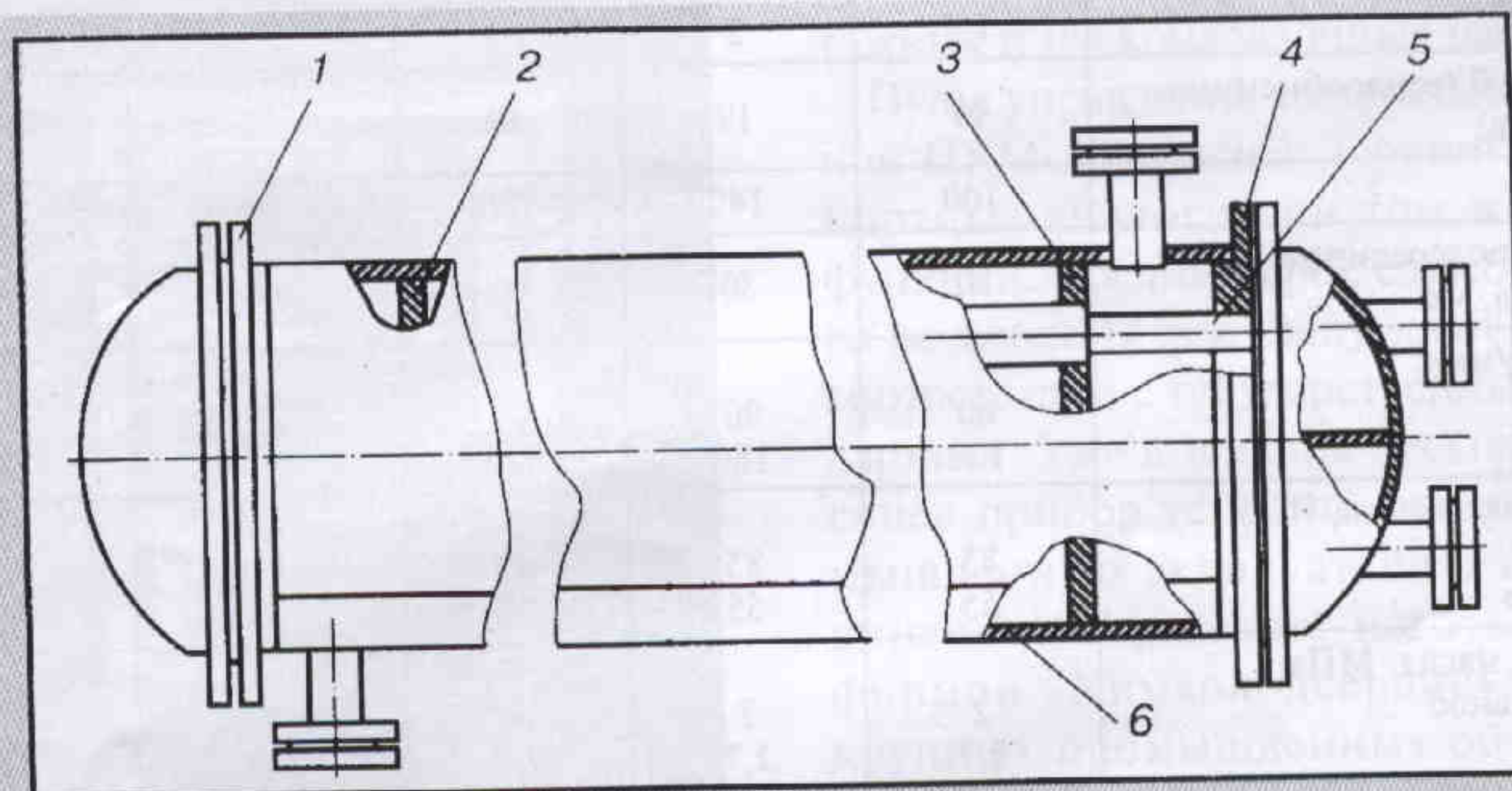


Рис. 2. Маслоохладитель MOX(M): 1—4 — трубные решетки; 5 — теплообменный элемент; 6 — обечайка

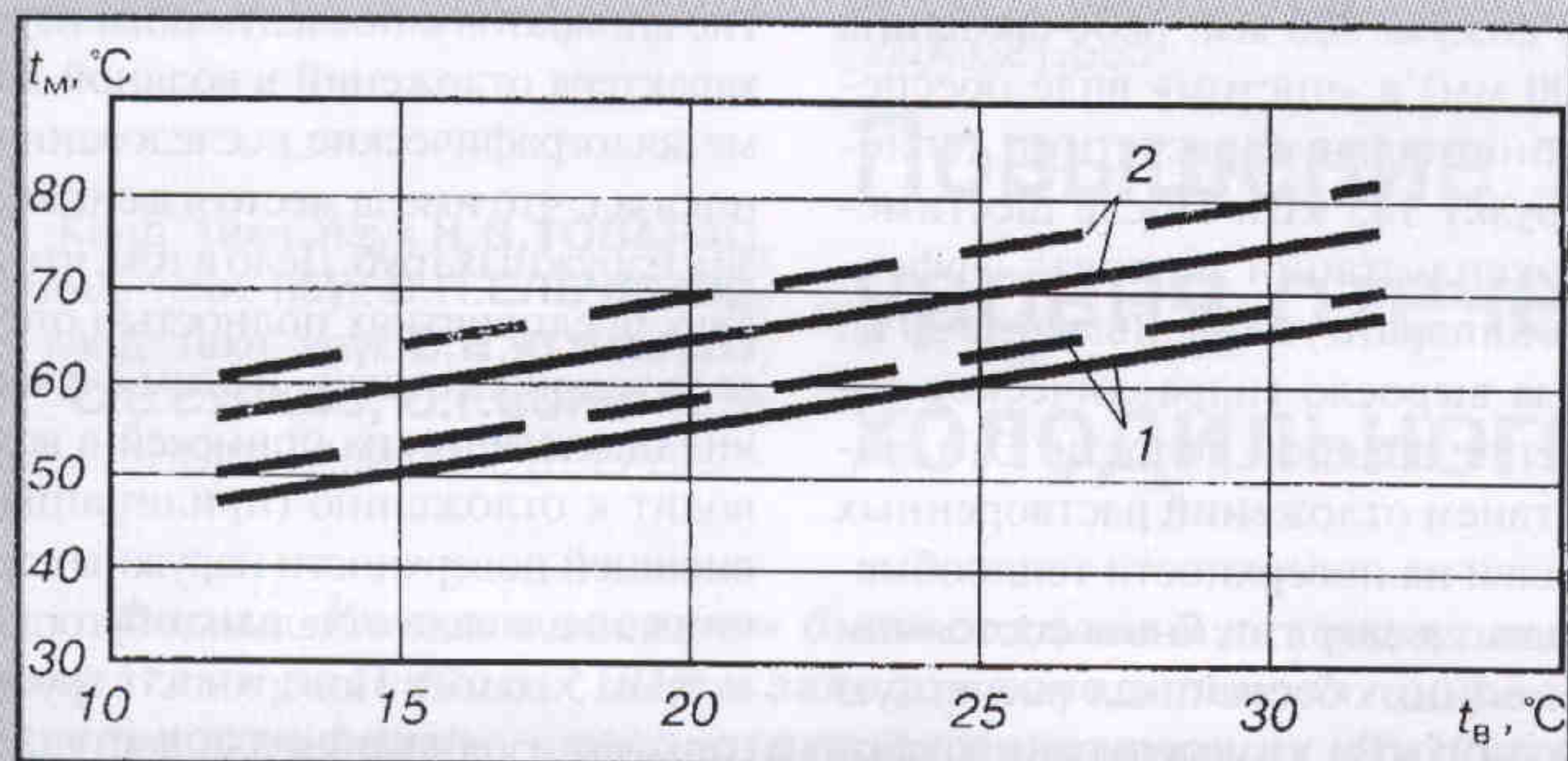


Рис. 3. Зависимость температуры масла t_m в контуре компрессорного агрегата (на входе в маслоохладитель) от температуры охлаждающей воды t_v для аппарата старой — и модернизированной — — — конструкций:
1 — чистая поверхность; 2 — поверхность с отложениями водяного камня после эксплуатации в течение 6 мес

Исходя из этого, мы сконструировали межтрубное пространство достаточно разреженным [3]. Расчет показывает, что скорость движения воды в наиболее узких сечениях аппарата не превышает 0,1 м/с, т.е. коррозия должна быть минимальной. Очевидно, что для случая сильных биологических загрязнений этот априори принятый вывод может быть подвергнут сомнению.

Учитывая, что восстановление (ремонт) наружных труб маслоохладителей МОХ связано со значительными затратами времени, для повышения надежности при работе с сильно загрязненной водой (которая в некоторых случаях используется на отечественных предприятиях) сотрудники фирмы «Химхолодсервис» модернизировали конструкцию МОХ (рис. 2). Суть модернизации состоит в возвращении к двухпоточной схеме движения теплоносителей (вода внутри внутренних труб, масло в кольцевом за-

зоре), но в новом качестве.

Путем совершенствования технологии специалисты фирмы «Химхолодсервис» в настоящее время добились стабильно плотного натяга насадки в межтрубном пространстве. Как уже было сказано выше, при этом влияние обтекания водой внешней поверхности наружных труб на теплопередачу незначительно. Новая конструкция — двухзаходная по воде, в результате чего увеличивается коэффициент теплопередачи. Как видно из рис. 2, теплообменник полностью ремонтпригоден при эксплуатации.

Эффективность новой конструкции МОХ(М) практически осталась на прежнем уровне.

Результат решения сопряженной задачи — тепловой и гидравлический расчет контура «компрессорный агрегат — маслоохладитель» (программа PROGMOX1) — представлен на рис. 3.

В качестве объектов расчета приняты

Техническая характеристика маслоохладителей

Показатели	Маслоохладители МОХ				
	19-200-1,0	19-200-1,5	19-200-2,0	36-300-1,5	40-300-2,0
Тип агрегата	046Н	A130 146Н 046Н	A280 146Н	A350(410) 246Н 246Н	346Н 346Н
Диаметр кожуха, мм	219	219	219	325	325
Длина, м	1,5	2	2,5	2,1	2,6
Число труб (теплообменных элементов)	19	19	19	36	40
Масса, кг	100	140	180	280	350
Диаметр подсоединительных патрубков, мм	30	30	30	40	40
Расход, л/мин: масла воды	60 120	90 180	90 180	120 225	170 340
Температура масла, °C: на входе на выходе	85 55	85 55	85 55	85 55	85 55
Давление масла, МПа: максимальное пробное	2 2,7	2 2,7	2 2,7	2 2,7	2 2,7
Перепад давления масла, МПа	0,05	0,1	0,1	0,05	0,1
Мощность номинальная, кВт	30	50	90	120	170

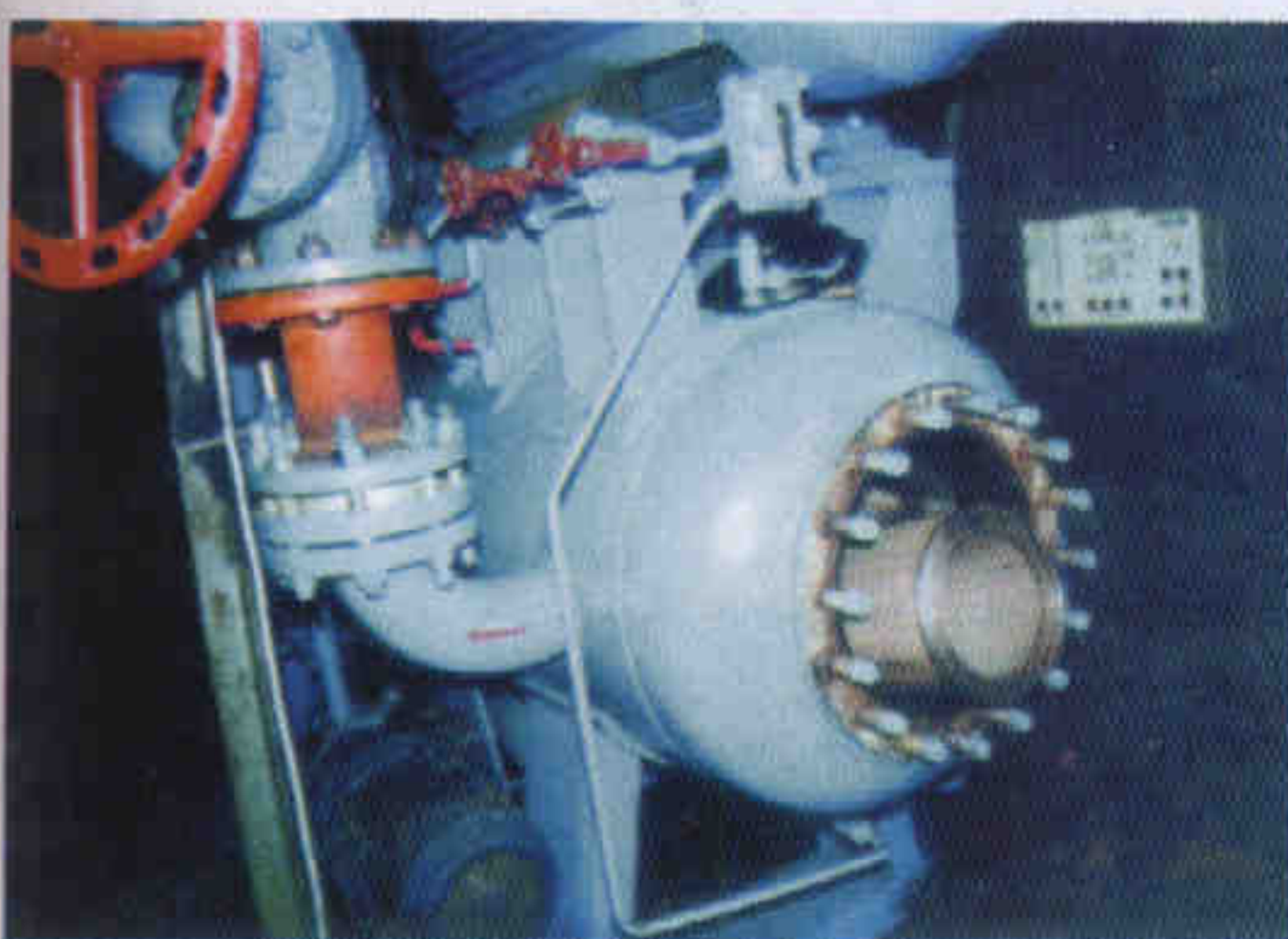
соответственно агрегат А350 и маслоохладители МОХ 36-300-1,5 и МОХ 36-300-1,5(М). В качестве исходных данных задавали: мощность тепловыделений, снимаемую маслом, расход масла, расход охлаждающей воды, площадь поверхности теплообмена аппарата. В результате расчета определяли: начальные (в компрессоре) и конечные (на выходе из маслоохладителя) температуры масла, конечную температуру охлаждающей воды, коэффициент теплопередачи.

Аппарат старой конструкции имеет двустороннее охлаждение, а аппарат новой конструкции — одностороннее внутреннее охлаждение. Как видно из рис. 3, максимальная температура масла в агрегате линейно зависит от температуры охлаждающей воды. Во всем расчетном диапазоне увеличение температуры масла при переходе на новую конструкцию не превышает 5 °C. Так, при температуре охлаждающей воды 20 °C температура масла в компрессоре для аппарата с двусторонним охлаждением и «загрязнением» составляет 60 °C, а для аппарата новой конструкции 70 °C. Температура масла в компрессоре для обоих маслоохладителей без отложений на 10 °C меньше. При этом расчетный перепад температур масла на входе в аппарат и выходе из него составляет 24 °C. С помощью маслоохладителя новой конструкции даже в условиях загрязнения теплообменной поверхности можно поддерживать допустимую температуру масла в контуре компрессора при температуре охлаждающей воды до 35 °C.

В настоящее время разработан типовой размерный ряд маслоохладителей для использования в составе разработанных нашей фирмой агрегатов и машин на базе отечественных компрессоров (ВХ-130, ВХ-280, ВХ-350, ВХ-410) и винтовых компрессоров зарубежных фирм AERZEN (Германия), HOWDEN (Шотландия) (см. таблицу).

В заключение отметим, что в последнее время специалистами фирмы также разработан цельносварной теплообменник типа «масло—аммиак» для непосредственного охлаждения масла холодным аммиаком, циркулирующим специально созданном в системе контуре естественной циркуляции.

Маслоотделители. Унос масла из разработанных фирмой маслоотделителей типа МОТ, смонтированных на аммиачных агрегатах производительностью 410 кВт, не превышает 10...15 г/ч. Изготавливаемые различными российскими заводами штатные маслоотделители конструктивно выполнены на основе сетчатых сепараторов, установленных в несколько ступеней друг за другом. Унос масла из них превышает 140 г/ч.



Маслоотделитель MOT для винтовых агрегатов, разработанный специалистами научно-производственной фирмы «Химхолодсервис»

В маслоотделителях MOT применена многоступенчатая система отделения масла. Каждую ступень проверяли в лабораторных условиях на стендах привлеченных к исследованиям организаций, а также в условиях эксплуатации на реальных аппаратах. Установленные на Щелковском мясокомбинате (Московская обл.) и Останкинском мясокомбинате (Москва) образцы MOT отработали уже по 5...10 тыс. ч. Регулярный контроль за состоянием элиминирующих элементов показывает, что их состояние и характеристики практически не изменяются со временем. Это свидетельствует о надежности разработанной конструкции.

Система автоматики. Специалисты фирмы «Химхолодсервис» и ООО «Энергостройналадка» совместно создали и успешно внедряют новый блок комплексной автоматики для управления работой холодильных машин и агрегатов на базе поршневых и винтовых отечественных и зарубежных компрессоров.

Устройство и принцип работы пульта управления холодильной машиной ПУМ-2000 основаны на передовых микропроцессорных технологиях современного приборостроения. ПУМ-2000, предназначенный для автоматического контроля, регулирования, защиты и управления холодильными

машинами и агрегатами, имеет более широкие возможности по сравнению с существующими системами КСА и А-80 в отношении точности измерения параметров, контроля и регулирования рабочих режимов, сохранения информации о параметрах технологических процессов.

Конструктивно пульт ПУМ-2000 выполнен в виде шкафа, корпус которого герметичен и выполнен из стального листа, имеющего многослойное лакокрасочное покрытие, выдерживает высокие механические нагрузки в процессе эксплуатации, имеет гермовводы для кабельных планов. В корпусе (габаритные размеры 400×400×200 мм) размещен программируемый контроллер с разъемами для подключения входных сигналов измерения и выходных каналов. Внутри шкафа встроены блоки питания, формирующие напряжения +5В, ±15В, +24В, +15В для питания микроконтроллера и активных датчиков.

На передней панели прибора расположены клавиатура пленочного типа, изготовленная по технологии «mylar dom» с тактильным эффектом (внешняя сторона антибликовая, устойчивая к истиранию и воздействию агрессивных сред), а также светодиоды индикации состояния работы (норма, предупреждение о возможной аварии, авария).

Технические характеристики пульта ПУМ-2000

Напряжение питания, В	220
Степень защиты	IP54
Режим работы	Ручной или автоматический
Число универсальных входов	32
Число дискретных выходов	16

Кроме того, в конструкции пульта ПУМ-2000 предусмотрены:

- гальваническая развязка между входными и выходными цепями и системами питания;

- сохранение настроек при отключении питания;

- программное обеспечение, которое имеет функцию самодиагностики с выводом информации на русском языке (по требованию заказчика — на английском) и позволяет на месте быстро определить характер неисправности;

- корректировка уставок параметров и выбор режима работы холодильной машины;

- защита входов оптическими радиоэлементами.

В процессе эксплуатации возможно применение так называемой схемы диспетчеризации на компьютер, которая позволяет собирать статистическую информацию, отражающую не только аварийные ситуации, но и нормальную работу с распечаткой протоколов событий в буквенно-цифровом и графическом виде.

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

В новом приборе учтена возможность применения датчиков и исполнительных устройств отечественного и импортного производств. Универсальные входы позволяют программным способом изменить систему автоматики по желанию заказчика, снизить эксплуатационные расходы, а также избежать замены оборудования в процессе модернизации производства.

Стандартный набор функций позволяет увидеть на встроенном дисплее прибора, отклонение какого параметра привело к отключению машины (аварии). При нажатии на клавишу F1 происходит расшифровка этого параметра.

Процесс монтажа и наладки значительно упрощается благодаря удачной компоновке прибора и применению современных разъемов с легким доступом как для монтажа, так и для проверки универсальных входов.

При создании прибора была учтена российская специфика проведения монтажных и пусконаладочных работ.

Пульт управления холодильной машиной ПУМ-2000 менее дорогой, чем импортные аналоги при том же наборе функций. Средний срок службы прибора не менее 12 лет. Выпускают прибор в соответствии с государственными стандартами. Уже в течение нескольких месяцев прибор успешно проходит промышленную эксплуатацию в составе винтовых агрегатов, изготовленных фирмой «Химхолодсервис», на ряде крупных промышленных объектов, в том числе на Щелковском мясокомбинате и Останкинском молочном комбинате в Москве.



Пульт управления ПУМ-2000

При проведении пусконаладочных работ и в начальный период эксплуатации ПУМ-2000 был выявлен ряд недостатков, отразившихся на качестве регулирования компрессорного агрегата.

В момент коммутации цепей электродвигателей компрессора и маслососа из-за помех, вызванных изменением электромагнитных полей, искажались реальные значения сигналов датчиков. Чтобы устранить это явление, в каналах входных сигналов установили фильтры.

Из-за нелинейности характеристики датчиков температуры ТСП100П максимальная погрешность измерения достигала 6 °С. Поэтому их заменили активными датчиками Pt 100 с выходом 4...20 мА и линейной характеристикой, что позволило значительно повысить точность регулирования. Максимальная погрешность измерения составила 0,2 °С.

Для защиты от случайных повреждений при монтаже и обслуживании плату контроллера закрыли фальшпанелью.

Чтобы облегчить монтажные и пусконаладочные работы, габаритные размеры шкафа ПУМ-2000 увеличили с 400×400×200 мм до 500×400×200 мм, что облегчило разводку входных и выходных кабелей через гермовводы и улучшило доступ к разъемным соединениям.

Силовые щиты с устройством плавного пуска. При прямом пуске асинхронного электродвигателя при номинальном напряжении питающей сети в начальный момент времени через обмотки статора протекает ток короткого замыкания $I_{к.з.}$ и возникает соответствующий этому току вращающий момент $M_{к.з.}$. С увеличением частоты вращения ротора ток в обмотках статора уменьшается, а вращающий момент в конце пуска снижается до величины, соответствующей номинальному току электродвигателя.

Ток короткого замыкания в зависимости от мощности и конструкции электродвигателя может достигать от 300 до 900 % значения тока номинального ре-

жима, а соответствующее ему значение вращающего момента составляет от 70 до 230 % вращающего момента $M_{к.з.}$.

Для минимизации пускового тока применяют различные методы пуска при пониженном напряжении. Наиболее распространены: метод пуска путем переключения обмоток статора со звезды на треугольник и метод плавного пуска.

При пуске на пониженном напряжении пусковой вращающий момент электродвигателя изменяется в соответствии с формулой

$$M_p = M_{к.з.} (I_p / I_{к.з.})^2,$$

где M_p — пусковой вращающий момент; I_p — пусковой ток; $M_{к.з.}$ — вращающий момент, соответствующий $I_{к.з.}$; $I_{к.з.}$ — ток короткого замыкания при заторможенном роторе.

Пусковой ток можно снизить только до значения, при котором соответствующий ему пусковой вращающий момент еще превышает значение вращающего момента, необходимого для работы под нагрузкой. Ниже этого значения разгон электродвигателя прекращается и он не выходит на номинальную частоту вращения.

Пуск электродвигателя посредством переключения обмоток со звезды на треугольник представляет собой самый простой метод для осуществления пуска при пониженном напряжении, однако его эффективность ограничена из-за:

- отсутствия контроля за понижением уровня тока и вращающего момента; значения этих величин составляют 1/3 от значения при пуске на полном напряжении;

- в момент переключения обмоток со звезды на треугольник имеют место высокие переходные значения тока и вращающего момента. Переходное значение тока может достигать значений, равных двум $I_{к.з.}$, а момента — четырем $M_{к.з.}$. Это служит причиной ударных механических и электрических нагрузок, которые могут приводить к повреждению оборудования.

Чтобы обеспечить эффективный контроль за током и вращающим моментом, применяют устройства плавного пуска (софт-стартеры), которые не имеют вышеуказанных ограничений и обеспечивают: контроль за величинами пускового тока и вращающего момента; плавное регулирование напряжения и тока, отсутствие их бросков и перепадов; возможность реагирования на изменяющиеся условия пуска.

Применяемые в настоящее время научно-производственной фирмой «Химхолодсервис» софт-стартеры для плавного пуска асинхронных электродвигателей мощностью от 55 до 200 кВт (на-

пряжение 380 В) обеспечивают следующие технические характеристики:

Диапазон устанавливаемых значений времени разгона, с	0...4
Максимальное время разгона, с	0...15
Перегрузка по току, %	До 15
Диапазон ограничения тока при пуске, %	100...45
Количество пусков в час при максимальной нагрузке	От

Специалистами фирмы «Химхолодсервис» разработаны и производятся силовые щиты с различными устройствами, снижающими пусковой ток. Исходя из характеристик внешних сетей и экономических возможностей заказчика можно выбрать оптимальное конструктивное и материальное исполнение силовых щитов и их элементной базы. По желанию заказчика могут быть использованы или полностью импортные комплектующие, или полностью либо частично приборы российского производства. Многолетняя эксплуатация щитов установленных, как правило, на агрегатах и машинах, изготовленных фирмой показала их высокое качество и надежность.

Одна из серьезнейших проблем, которую фирме удалось решить в последнее время, это пуск электродвигателей винтовых агрегатов большой мощности (400...500 кВт) в условиях слабых внешних сетей.

Наряду со всеми необходимыми лицензиями Госстроя и Госгортехнадзора РФ для проведения строительства и реконструкции холодильных установок фирма имеет лицензию Госгортехнадзора РФ на изготовление емкостных и теплообменных аппаратов; систем контроля, регулирования и управления; противоаварийной защиты и сигнализации; сосудов для воздуха и газов; агрегатов, машин, тепловых насосов, установок и систем.

Фирма всегда готова оказать полный комплекс услуг своим заказчикам.

В следующем номере журнала будут приведены технические характеристики агрегатов и машин, разработанных фирмой на базе новых узлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. — М.: Металлургия. 1978.
2. Сорокин С.С. Полусварные конденсаторы и маслоохладители «Альфа Лаваль»// Холодильная техника. 2000. № 6.
3. Товарас Н.В., Ельчинов В.П., Шуяков А.Л. Новые маслоохладители МОХ: Сочетание эффективности и технологичности//Холодильная техника. 2000. № 3.



Силовой щит с устройством для плавного пуска агрегата 046Н



Международная конференция:

Менеджмент в области хладагентов и технологии уничтожения ХФУ

(Дубровник, Хорватия, 29–31 августа 2001 г.)

**Конференция
организована
Международным
институтом холода при
активном содействии
Загребского
университета.**

На конференции работали две секции:

менеджмент в области хладагентов;

технологии уничтожения ХФУ.

На **первой секции** были заслушаны два пленарных доклада. Рассмотрению экологических проблем разрушения озонового слоя и глобального потепления климата был посвящен доклад *Р.Шенди* (R.Shende) «Экологические пределы – климат и озон». В докладе отмечено, что 20-е столетие характеризуется необычайно высоким уровнем технологического развития и ростом антропогенной нагрузки на природу, выражающейся в разрушении озонового слоя Земли и глобальном изменении климата планеты. Последние 30 лет человечество в рамках программы UNEP сокращает использование озоноразрушающих веществ. Кроме того, уже сегодня предпринимаются попытки ограничения эмиссии парниковых газов. Эти меры осуществляются в рамках двух документов: Монреальского и Киотского протоколов. Автор доклада считает, что эти документы взаимосвязаны, поэтому необходимо комплексное выполнение положений обоих документов.

Проблемы организации и

проведения холодильного менеджмента были рассмотрены во втором пленарном докладе «Тенденции менеджмента в области хладагентов», представленном *Р.Осима* и *Т.Грофом* (R.Oshima и T.Grof) (Австрия). В нем рассмотрены стратегические программы сокращения использования озоноразрушающих веществ при сервисном обслуживании оборудования. Отмечена возможность возврата, восстановления и повторного использования хладагентов. Приведены основные этапы менеджмента и новые тенденции. Обсуждены сложности осуществления программ менеджмента в области хладагентов в развивающихся странах.

На этой секции были также представлены семь докладов, в которых рассматривались различные проекты проведения менеджмента в области хладагентов. Основные составляющие холодильного менеджмента были освещены в докладе *Х.Копена* (H.Коерпен) (Франция) «Разработка основных положений менеджмента в области хладагентов». Концепция менеджмента в области хладагентов для холодильных предприятий была разработана UNEP в 1997 г. и ставила целью снижение потребления озоноразрушающих веществ. Результатом должно быть принятие индивидуальных (для каждого государства), согласованных с международными программами комплексных планов.

В настоящее время одобрено более 60 таких проектов.

Основные проблемы развивающихся стран были рассмотрены в докладе «Проведение менеджмента в области хладагентов в развивающихся странах, проблемы и предложения», авторами которого являются *Р.Чиконков* (R.Ciconkov) (Македония) и *Т.Чурко* (T.Curko) (Хорватия). К числу таких проблем авторы относят использование старого оборудования с большими утечками ХФУ, отсутствие стимула к применению новых хладагентов ввиду их довольно высокой стоимости, недостаток образовательных программ для обслуживающего персонала. Подчеркивается необходимость поддержки развивающихся стран: обеспечение их оперативной информацией, современным оборудованием, новыми технологиями.

Различные аспекты проблемы выбора «идеального» хладагента для замены R22 в холодильном оборудовании были представлены в докладе *А.Йохансона* и *П.Лундквиста* (A.Johansson, P.Lundqvist) (Швеция) «Замена R22 в действующем оборудовании: опыт Швеции». По мнению авторов, основная проблема состоит в том, что для замены R22 нет подходящего чистого вещества. Предлагаемые рынком новые хладагенты – это в основном зеоетропные смеси, что, как отмечают авторы, является «ужасом с технической точки зрения для пользователей». В док-

ладе подчеркнуто, что выбор хладагента – это сложная задача, которая должна учитывать не только экологические и экономические факторы, но и удобство эксплуатации оборудования. Выбор хладагента должен осуществляться с позиций снижения потенциала глобального потепления и повышения энергосбережения в холодильных установках.

В докладе *С.Новотного* (S.Nowotny) (Германия) «Ретрофит в холодильном оборудовании и возврат ХФУ» обсуждались вопросы замены хладагентов в действующем оборудовании. Казалось бы, проблема замены ХФУ в работающем оборудовании уже решена. Но это, по мнению автора, справедливо только для развитых стран, в то время как многие развивающиеся страны к этому процессу еще не приступали. В рамках «плана холодильного менеджмента» в ряде государств приняты программы по возврату и повторному использованию ХФУ в холодильном оборудовании. Такая процедура проще, но при этом увеличиваются утечки хладагента, а следовательно, отрицательное воздействие на окружающую среду.

Несколько докладов было посвящено экспериментальным исследованиям по использованию альтернативных хладагентов в холодильном оборудовании. В двух из них авторы привели характеристики холодильной установки, используя

щей в качестве рабочего вещества R407C, еще в одном были представлены сравнительные характеристики работы установки на R134a.

В докладе *М.Прека* (M.Prek) (Словения) «Оценка жизненного цикла холодильного и морозильного оборудования» предлагается заранее анализировать потенциальное экологическое воздействие холодильной системы в течение всего ее жизненного цикла (life cycle assessment). С помощью этого анализа можно определить те периоды жизненного цикла, во время которых воздействие на окружающую среду оказывается наиболее пагубным, а также оценить влияние оборудования на такие экологические факторы, как глобальное потепление, образование кислотных дождей, приземного озона и разрушение озонового слоя.

Новый метод комплексного эколого-энергетического анализа холодильного оборудования и холодильных технологий был предложен в докладе «Новые индикаторы для менеджмента в области хладагентов». Авторы *В.П.Железный, П.В.Железный, О.Я.Хлиева* (Украина) излагают новую концепцию анализа эффективности использования энергетических ресурсов в холодильном оборудовании, основополагающим принципом которой является полномасштабный учет эмиссии парниковых газов при изготовлении и эксплуатации холодильной техники. Были предложены новые эколого-энергетические индикаторы, которые отражают антропогенное влияние холодильной техники и технологии на окружающую среду, связанное с расходом энергетических ресурсов и потерей сырья при холодильной обработке.

На **второй секции** конференции рассматривались такие вопросы, как утилизация и разработка термических и химических про-

цессов уничтожения хладагентов, влияние технологий разрушения и устранения влияния ХФУ на окружающую среду, регулирование процессов сбора, устранения и разрушения ХФУ в различных странах.

Первый пленарный доклад на этой секции «Термическое разрушение ХФУ» был представлен *Дж.Брэди* (J.Brady) (США). В нем обсуждались термические технологии разрушения ХФУ и ГХФУ, при применении которых соблюдаются мировые стандарты загрязнения воздуха. В докладе были рассмотрены различные методы контроля загрязнения воздуха, а также представлена практическая информация по огнеупорным материалам, которые могут быть использованы в топках. Эти материалы устойчивы к образующимся при разрушении хлорфторуглеродов HCl и HF. Были приведены результаты исследования оборудования по утилизации ХФУ и типовой проект установки по сжиганию ХФУ.

Второй пленарный доклад этой секции «Перспективы ГХФУ и ГФУ» был представлен *Ф.Штеймли* (F.Steimle) (Германия). Автор акцентировал внимание на сложности выбора «идеального» хладагента, удовлетворяющего таким требованиям, как нулевое значение ODP (потенциал разрушения озонового слоя), низкий вклад в глобальное потепление, пожаробезопасность и нетоксичность. Проанализирована альтернатива – применение ГФУ или использование природных хладагентов. Приведены основные характеристики (в том числе и экологические), по которым должен осуществляться выбор хладагента; представлены основные характеристики ГФУ; рассмотрены перспективы применения в холодильной технике углеводородов, воды, CO₂; большое внимание уделено аммиаку. В докладе проведен также

анализ перспектив применения абсорбционных холодильных установок на основе цикла Стирлинга.

В пяти докладах, представленных на секции, были приведены различные технологии уничтожения ХФУ и ГХФУ, причем особое внимание уделялось организации процессов и затратам на извлечение хладагентов, их сбор, транспортировку и разрушение.

Сравнению трех разных методов уничтожения ХФУ был посвящен доклад *С.Новотного* (S.Nowotny) (Германия) «Разрушение выделенных ХФУ». Одна из технологий основана на сжигании ХФУ при очень высоких температурах, но лучшими с экологической точки зрения автор считает технологии химического разрушения ХФУ с последующим восстановлением и использованием полученных продуктов (соляной и плавиковой кислот или натриевых солей этих кислот).

Результаты исследования разрушения R11 были рассмотрены в докладе *М.Ясинского* (M.Jasinski) (Польша) «Высокоэффективный плазменный метод разрушения хладагентов». Процесс разрушения осуществлялся при атмосферном давлении в потоке азота либо воздуха с использованием микроволновой плазменной горелки небольшой мощности. Хорошие результаты по производительности и энергопотреблению в сравнении с другими методами позволяют предположить, что рассмотренный метод найдет широкое практическое применение.

Применению низкотемпературной аргоновой плазмы для разрушения хладагентов *А.Русински* и *А.Русович* (A.Rucinski, A.Rusowicz) (Польша) посвятили два доклада: «Разложение R22 в свободном потоке аргоновой плазмы» и «Использование дугового разряда при разрушении отходов». В докладах рассмотрена экс-

периментальная установка, созданная в Варшавском технологическом университете; представлены экспериментальные результаты применения данного метода для уничтожения хладагентов R12 и R22.

Проблеме выделения и разрушения ХФУ и ГХФУ, содержащихся в теплоизоляции холодильных и морозильных камер, был посвящен доклад *П.Томлейна* и *В.Хавелски* (P.Tomleir V.Havelsky) (Словакия) «Технологии выделения ХФУ и изоляции». Отмечено, что современные технологии разрушения и повторного использования теплоизоляции не позволяют утилизировать ХФУ и все вспенивающие хладагенты попадают в атмосферу. Авторы рассмотрели и сравнили несколько методов уничтожения теплоизоляции и повторного использования выделенных материалов с целью разработки технологии, наносящей наименьший вред окружающей среде. При сравнении учитывались экономические и энергетические факторы. Авторы пришли к выводу, что далеко не все методы переработки теплоизоляции экономически оправданы.

Проблемам выбора альтернативных хладагентов был посвящен доклад *Х.Халозана* (H.Halozan) (Австрия) «ГФУ или натуральные вещества – что в будущем?». Отмечается, что критериями выбора хладагентов должны быть эффективность, безопасность и экологические факторы. При выборе наиболее подходящего хладагента автор применял критерий TEWI. Приведены характеристики, преимущества и недостатки основных альтернативных «синтетических» и «натуральных» хладагентов.

Разработке мер по уменьшению эмиссии ХФУ, ГХФУ, ГФУ в Нидерландах был посвящен доклад *М.Вервоерда* (M.Verwoerd) (Нидерланды) «Разработка программы мероприятий по умень-

шению эмиссии». Окончательной целью работы являются разработка и принятие пакета программ, выполнение которых приведет к снижению эмиссии парниковых газов. В докладе были рассмотрены наиболее перспективные проекты.

Проблемам глобального потепления климата был посвящен доклад Ф. Буша (F. Busch) (Германия) «Глобальные изменения климата и HVAC&R промышленности». В HVAC&R промышленности входят системы вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха и охлаждения. Автор отмечает, что, хотя Киотский протокол еще не ратифицирован и до сих пор неясны многие аспекты дальнейшего изменения климата, IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change – межправительственная комиссия по климатическим изменениям) приводит достаточно информации о влиянии человеческой деятельности на

эти изменения, причем эмиссия CO₂ от сжигания ископаемого топлива является основным отрицательным антропогенным фактором. Оборудование рассматриваемой отрасли промышленности использует значительное количество электрической энергии, большая часть которой производится при сжигании топлива. Поэтому стремление повысить энергоэффективность оборудования приведет к значительному снижению эмиссии парниковых газов. Хотя вклад хладагентов в TEWI сравнительно небольшой, тем не менее необходимо очень серьезно относиться к контролю за эмиссией хладагентов, уменьшая утечки из системы, возвращая и повторно используя ГФУ в течение всего жизненного цикла оборудования.

* * *

Тематика представленных на конференции докладов лишний раз подчеркивает, что проблема перевода обо-

рудования на экологически безопасные хладагенты является многогранной и до сих пор нерешенной. Особую обеспокоенность специалистов вызывают такие вопросы, как восстановление, повторное использование и утилизация хладагентов. Утечка компонентов зетротропных смесевых хладагентов из холодильных систем, отсутствие законодательной базы по нормам утечек хладагентов из различных типов холодильного оборудования и недостаточно развитая система сервисного обслуживания могут привести к значительному увеличению эмиссии галоидопроизводных углеводородов.

Вместе с тем переход на использование натуральных хладагентов вряд ли можно однозначно рассматривать как альтернативу применению галоидопроизводных хладагентов. Необходимо соизмерять высокую эффектив-

ность применения природных хладагентов с дополнительными затратами на обеспечение мер пожарной безопасности холодильного оборудования в рамках новых, научно обоснованных методов анализа. Таким образом, выбор хладагента должен базироваться на принципах анализа, учитывающих экономическую целесообразность, экологическую чистоту и высокую энергетическую эффективность новых рабочих веществ.

Актуальность представленных на конференции докладов очевидна. Поэтому уже на ближайшей конференции МИХ – «Zero Leakage – Minimum Charge», которая будет проведена 26–28 августа 2002 г. в Стокгольме, рассматриваемые вопросы получат свое дальнейшее развитие.

Канд. техн. наук
В.П. ЖЕЛЕЗНЫЙ,
О.Я. ХЛИЕВА
ОГАХ

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 8833 (3912) 56-0938

ПРОМЫШЛЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

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



КРИОТЕК

(095) 280-1446, 280-2351, 280-8833;

(3912) 56-0938; (0712) 56-7988

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

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

Приглашаем региональных дилеров