ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 года

Выходил под названиями:
1912 – 1917 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"
1923 – 1924 – "Холодильное и боенское дело"
1925 – 1936 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"
1937 – 1940 – "Холодильная промышленность"
с 1941 – "ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

МОСКВА

Учредитель — ООО "Инфохолодтех"

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

Главный редактор
Л.Д.Акимова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Е.М.Агарев
А.М.Архаров
А.В.Бараненко
Г.А.Белозеров
О.В.Большаков
В.М.Бродянский
А.В.Быков
В.А.Выгодин
В.Б.Галежа
Л.В.Галимова
А.А.Гоголин
А.К.Грезин
А.П.Еркин
И.М.Калнинь
А.А.Мифтахов
В.В.Оносовский
И.И.Орехов
И.А.Рогов
В.В.Румянцев
И.К.Савицкий
В.И.Смыслов
А.А.Соловьянов
И.Я.Сухомлинов
И.Г.Хисамеев
О.Б.Цветков
И.Г.Чумак
В.М.Шавра
А.В.Шаманов

Дизайн и компьютерная верстка
Т.А.Миансаровой
Компьютерный набор ***Л.И.Лапиной***
Корректор ***Т.Т.Талдыкина***

Ответственность за достоверность рекламы несут рекламодатели.
Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции:
107807, ГСП-6, Москва, Б-78,
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 17.11.2000.
Формат 60x88 1/8. Офсетная печать.
Усл.-печ. л. 5,0.

Отпечатано в ООО «РОСТРА-ДЕЙ»

© Холодильная техника, 2000

ISSN 0023-124X

ХТ Холодильная техника

11•2000

Kholodilnaya Tekhnika

В НОМЕРЕ:

МГТУ ИМ. Н.Э.БАУМАНА 170 ЛЕТ — 2
80 лет кафедре «Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» МГТУ им. Н.Э.Баумана — 3
Волкова О.В., Бараненко А.В., Тимофеевский Л.С. **Повышение эксплуатационной надежности абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин и термотрансформаторов** — 6
Кокорин О.Я., Волков А.А., Андронов Ф.И. **Системы микроклимата помещений плавательных бассейнов** — 8
ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ! **Олегу Яновичу Кокорину 75 лет** — 11
Шиленко В.И., Пимков А.Л., Вершинин В.С., Янышев А.Б. **Влияние параметров воздушной среды и характеристик сети электропитания на показатели функционирования кондиционеров сплит-систем** — 12
ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ *Сильман М.А.* **Продукция московского завода «Компрессор»** — 16
В русле самых современных решений — 18
ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ! **Макфи Вазетдиновичу Бадретдинову 60 лет** — 19
TECHNOBLOCK **TECHNOBLOCK на мясоперерабатывающих предприятиях** — 20
СНЕГ **Новое холодильное оборудование для мини- и супермаркетов** — 22
ELECTROSTAR **Абсорбционные холодильные машины компании Dunham-Bush International** — 23
В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА **Использование CO_2 в качестве хладагента** — 26
ИЗ БЮЛЛЕТЕНЯ МИХ — 28
ЭЙРКУЛ **Низкотемпературные агрегаты для скороморозильных аппаратов** — 29
СПЕЦТЕХСБЫТ **Изолирующие химические костюмы КИХ-4 и КИХ-5** — 30
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ **Полезное пособие** — 32
НОВЫЕ КНИГИ — 32
GEA GRASSO **Одноступенчатые поршневые компрессорные агрегаты Грассо Интернэшнл** — 33
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ **Холодильное оборудование на «Агропродмаш-2000»** — 36
Открытие нового офиса представительства Лейпцигской ярмарки в Москве — 38

IN ISSUE:

MGTU NAMED AFTER N.E.BAUMAN IS 170 YEARS OLD — 2
80th anniversary of the Chair «Refrigerating and cryogenic engineering, air conditioning and life support systems» of MGTU named after N.E.Bauman — 3
Volkova O.V., Baranenko A.V., Timofeevsky L.S., **Increase of operational reliability of absorption lithium bromide refrigerating machines and thermal transformers** — 6
Kokorin O.Ya., Volkov A.A., Andronov F.I. **Microclimate systems in swimming pool rooms** — 8
CONGRATULATIONS ON JUBILEE! **Oleg Yanovich Kokorin is 75 years old** — 11
Shilenko V.I., Pimkov A.L., Vershinin V.S., Yanyshev A.B. **Influence of air environment parameters and characteristics of electrical supply network on functional characteristics of split systems air conditioners** — 12
DOMESTIC REFRIGERATING EQUIPMENT *Silman M.A.* **Products of Moscow works «Compressor»** — 16
In the channel of the most up-to-date decisions — 18
CONGRATULATIONS ON JUBILEE **Makfi Vazetdinovich Badretdinov is 60 years old** — 19
TECHNOBLOCK **TECHNOBLOCK at meat processing plants** — 20
SNEG **New refrigerating equipment for mini- and supermarkets** — 22
ELECTROSTAR **Absorption refrigerating machines of Dunham-Bush International** — 23
AT INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION **Use of CO_2 as a refrigerant** — 26
FROM BULLETIN OF IIR — 28
AIRCOOL **Low-temperature units for quick freezing apparatuses** — 29
SPETSTEKHSBYT **Insulating chemical suits KIKH-4 and KIKH-5** — 30
BOOK REVIEW **Useful manual** — 32
NEW BOOKS — 32
GEA GRASSO **Single-stage reciprocating compressor units of Grasso International** — 33
INTERNATIONAL EXHIBITIONS **Refrigerating equipment at «Agroprodmach-2000»** — 36
Opening of a new office of representative agency of Leipzig fair in Moscow — 38

ОМСЬКА ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гмирьова

МГТУ им Н.Э.Баумана 170 лет

ИГОРЬ БОРИСОВИЧ ФЕДОРОВ,
ректор МГТУ им. Н.Э.Баумана, выпускник МВТУ, доктор технических наук, профессор, почетный доктор Де-Монтфортского университета, председатель Совета ректоров вузов Москвы и Московской области, кавалер ордена "За заслуги перед Отечеством" III степени

Исполнилось 170 лет одному из старейших технических высших учебных заведений России, воспитавшему огромное количество высококвалифицированных специалистов для различных отраслей промышленности. Выпускников МГТУ им. Н.Э.Баумана можно встретить по всей России, а звание бауманца – это гарантия способности инженера оптимально решать сложные задачи, умело использовать новые знания и технологии и успешно работать даже в сферах деятельности, далеких от полученной специальности, благодаря привитому в стенах Университета умению быстро обучаться и творчески подходить к любому новому делу.

А начиналось все в 1830 г., когда по указу императора Николая I статус "Ремесленного учебного заведения для обучения в оном до трехсот питомцев Воспитательного дома" получили "большие мастерские разных ремесел", учрежденные еще в 1826 г. по повелению императрицы Марии Федоровны в перестроенном дворце в Немецкой слободе. С 1868 г. учебное заведение получает статус Императорского московского технического училища (ИМТУ) и начинает обучать инженеров по трем отделениям: инженерно-механическому, механико-строительному и инженерно-технологическому. Преподавали в Училище крупные ученые, программы по основным фундаментальным дисциплинам были на уровне университетских, поэтому к началу XX в. ИМТУ стало считаться лучшим машиностроительным вузом России, а его выпускники приобрели известность за рубежом. Этому немало способствовало возникновение собственных научных школ, таких как школа теоретической механики и аэромеханики, созданная "отцом русской авиации" *Н.Е.Жуковским*, первая отечественная школа теории механизмов машин, развившаяся на базе работ *П.Л.Чебышева, А.С.Ершова, Н.И.Мерцалова* и др.

После февральской буржуазной революции Училище было переименовано в Московское высшее техническое училище (МВТУ) и под этим названием работало и расширялось вплоть до 1930 г., когда было принято решение преобразовать отдельные факультеты в самостоятельные вузы, а часть лабораторий, которых насчитывалось к этому времени 98, отделить и создать на их базе научные центры. Так возникли Военная академия химической защиты, Московский энергетический институт (МЭИ), Московский авиационный институт (МАИ), Московская военная академия связи, Московский инженерно-строительный институт (МИСИ), а лаборатории стали основой Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), Всесоюзного института авиационных материалов (ВИАМ), Центрального института авиационных моторов (ЦИАМ), Научного автомоторного института (НАМИ), Научного автотракторного института (НАТИ). Тогда же оставшаяся часть МВТУ была переименована в Московский механико-машиностроительный институт (ММИ) и ему было присвоено имя Н.Э.Баумана. В ММИ студенты обучались на шести факультетах: общетехническом, тепловых и гидравлических машин (ТГМ), механико-технологическом, точного приборостроения, транспортного машиностроения и специального машиностроения.

В годы Великой Отечественной войны и во время эвакуации в г. Ижевск специалисты Института выполняли научные исследования для оборонной промышленности, а лаборатории и мастерские в Москве производили оружие и боеприпасы. В 1943 г. вузу возвращено старое наименование МВТУ с сохранением присвоенного ему имени Н.Э.Баумана.

В послевоенные годы МВТУ продолжает готовить специалистов как по традиционным для вуза направлениям, так и по новым отраслям техники: ракетным двигателям (с 1948 г.), лазерной и робототехнике (с 60-х годов), ядерным реакторам и энергоустановкам (с 1961 г.), вычислительной технике и информатике. Активно ведутся научно-исследовательские работы, развиваются и создаются новые научные школы, решаются совместно с промышленностью и отраслевой наукой крупные научно-технические проблемы.

Результатом большой педагогической и творческой работы коллектива Училища стало его преобразование в 1989 г. (первым в стране) в Московский государственный технический университет (МГТУ), что свидетельствует о глубине общенаучной и общеинженерной подготовки студентов и аспирантов, о соответствии уровня образования в нем высоким требованиям современной мировой науки и техники.

Поздравляем славный коллектив профессоров, преподавателей, сотрудников со 170-летием МГТУ им. Н.Э.Баумана, желаем дальнейших успехов в развитии отечественной науки и образования, верим, что авторитет Университета среди научно-технической общественности всегда будет неизменно высок и ему предстоит отпраздновать еще много славных юбилеев. Поздравляем всех студентов и аспирантов МГТУ и желаем им не только успешной учебы, но и плодотворной работы по выходе из стен Университета. Поздравляем всех выпускников ММИ, МВТУ или МГТУ (в зависимости от года выпуска) с пожеланиями творческого долголетия.

1830 г. можно считать исходным не только для МГТУ им. Н.Э.Баумана, но и для всех учебных и научных учреждений, созданных на базе факультетов и лабораторий МВТУ. Накопленный за столетие (1830–1930 гг.) истории Училища мощный научный потенциал позволил выкристаллизоваться и окрепнуть многим техническим направлениям, ставшим затем самостоятельными и выросшим до статуса вуза или научно-исследовательского института. Поэтому поздравляем всех, чья учеба или деятельность связаны с МАИ, МЭИ, МГСУ, ЦАГИ, НАТИ, НАМИ и т. д. со 170-летием учреждения в Москве Ремесленного учебного заведения – прапрадедушки самого широкого круга московских инженерных и научных школ.

80 лет кафедре «Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» МГТУ им. Н.Э.Баумана

Основоположник кафедры холодильных машин профессор ***В.Е.ЦЫДЗИК***

В 1920 г. в МВТУ была основана кафедра холодильных машин, которая начала готовить дипломированных инженеров-холодильщиков. Однако еще за 10 лет до этого по инициативе профессора И.И.Куколевского для студентов механического отделения Училища (тогда Императорского московского технического училища – ИМТУ) были введены курсы лекций по компрессорам, воздуходувкам и холодильным машинам. Тогда в России насчитывалось всего 38 холодильных установок, но будущая потребность в специалистах-холодильщиках была предугадана верно, и уже в 1914 г. в ИМТУ организуется первая в России холодильная лаборатория. Практические занятия в ней ведет ее организатор, Владимир Евгеньевич ЦЫДЗИК, выпускник ИМТУ 1911 г., направленный в 1912 г. стипендиатом в Германию для подготовки к преподавательской деятельности по холодильной технике. Именно он становится руководителем кафедры в 1920 г. и остается им до 1958 г., воспитав за это время более 600 специалистов-холодильщиков и подготовив 10 кандидатов наук.

Заведующий кафедрой Э4 с 1987 г. профессор ***А.М.АРХАРОВ***

Количество студентов, обучавшихся на кафедре, увеличивалось год от года, расширялось и число специализаций.

В 1932 г. профессор *С.Я.Герш* организовал на кафедре специализацию по глубокому охлаждению, а перед Великой Отечественной войной им была создана лаборатория глубокого холода, что стало основой первой в стране вузовской школы криогенщиков.

В 1944 г. *Н.А.Доллежалем* была создана на кафедре специализация по компрессоростроению. С этого времени кафедра стала носить название «Холодильные и компрессорные машины» (ХКМ). Специализация быстро развивалась, и в 1961 г. при реорганизации факультета была выделена в самостоятельную кафедру «Компрессоростроение и вакуумные машины» (Э5).

В 1957 г. по инициативе профессора *А.Д.Суслова* была основана специализация по кондиционированию воздуха, поэтому при реорганизации в 1961 г. правопреемница кафедры ХКМ получила название «Глубокое охлаждение и кондиционирование» (Э4). Заведующим кафедрой в 1961–1962 гг. был профессор *А.Г.Головинцов*.

Возглавлявшим кафедру с 1963 по 1987 г. профессором *Г.И.Ворониным* была организована специализация по микрокриогенной технике и системам жизнеобеспечения, что связало кафедру с совершенно новым направлением науки – космонавтикой.

Все эти изменения диктовались потребностями подготовки специалистов для новых отраслей промышленности, и кафедра с успехом выполнила поставленную задачу, подготовив плеяду высококвалифицированных специалистов. Благодаря высокому уровню знаний и творческому подходу к работе выпускники кафедры выдвигались на высокие посты в промышленности и науке. Так, ведущую организацию в области холодильного машиностроения – ВНИИхолодмаш (ныне ОАО «ВНИИхолодмаш-Холдинг») – возглавляли в разное время *Р.В.Павлов*, д-р техн. наук *А.В.Быков*, а в настоящее время – *И.К.Савицкий*, заместителями директора были д-р техн. наук (сейчас заведующий кафедрой холодильной и криогенной техники МГУИЭ) *И.М.Калнинь* и д-р техн. наук *А.С.Нуждин*. Главными конструкторами по криогенным системам стали воспитанники *С.Я.Герша М.Б.Столпер* и *Ф.А.Русак*; директором ВНИХИ был *Ш.Н.Кобулашвили*; НИИхиммаш возглавляет д-р техн. наук *Н.М.Самсонов*. Главными конструкторами московского завода холодильного машиностроения «Компрессор» традиционно были выпускники кафедры: *М.Г.Шумелишский*, *Б.П.Храпунков*, *Ю.А.Шапошников*. Сегодня в этой должности работает *В.Б.Галежа*. Главный инженер завода *Г.Д.Кирнос* – также выпускник кафедры. Этот список можно было бы продолжить.

Слева направо: профессор И.В.Марфенина, доцент В.Г.Бакланова, профессор В.И.Епифанова

В свою очередь, кафедра всегда стремилась привлекать к педагогической деятельности крупных специалистов с большим опытом работы в промышленности. В разное время на кафедре преподавали *Н.А.Доллежаль*, *К.С.Буткевич*, *В.А.Румянцев*, *В.П.Беляков*, *В.И.Епифанова* и др.

С момента основания кафедры наряду с педагогической деятельностью велась интенсивная научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа. Невозможно рассказать о всех проведенных за 80 лет исследованиях, и даже простое перечисление новаторских для своего времени работ заняло бы немало страниц. Отметим только те из них, к которым применимо определение «впервые в стране»:

- первый отечественный учебник по холодильным машинам написан в 1932–1934 гг. *В.Е.Цыдзиком*;
- выпускниками кафедры *В.П.Барминым* и *А.А.Гоголиным* разработан первый советский холодильный компрессор ВП-230, серийный выпуск которого начался на заводе

Профессор ***С.Я.ГЕРШ****, основатель специализации по глубокому охлаждению*

Профессор ***А.Г.ГОЛОВИНЦОВ****, зав. кафедрой Э4 в 1961–1962 гг.*

Профессор ***Г.И.ВОРОНИН****, основатель специализации по системам жизнеобеспечения, зав. кафедрой Э4 в 1963–1987 гг.*

Профессор ***А.Д.СУСЛОВ****, основатель специализации по кондиционированию воздуха*

Профессор ***Е.И.МИКУЛИН***

«Компрессор» в 1932 г.; в дальнейшем *В.П.Бармин* возглавил СКБ, в котором была создана «катюша»;

➢ в предвоенные годы выполнена работа по замораживанию грунта для метростроя;

➢ в 50-х годах под руководством проф. *Ф.М.Чистякова* для оборонной промышленности разработаны проекты установок с фреоновыми и воздушными турбохолодильными агрегатами. Началом внедрения турбокомпрессорных холодильных машин в стране можно считать первую градацию турбокомпрессоров для работы на фреонах, их проектирование и испытания на Казанском компрессорном заводе;

➢ в 1956–1961 гг. под руководством проф. *И.В.Марфениной* создана первая воздушная регенеративная холодильная установка для реконденсации кислорода;

➢ в конце 50-х годов в содружестве с НПО «Наука» разработаны первые бортовые кислорододобывающие установки; для опытного образца бортовой воздухоразделительной установки впервые изготовлены вращающийся горизонтальный ректификатор и пластинчатый регенератор-рекуператор;

➢ новым направлением в криогенике стали работы по малорасходным турбодетандерам на газовых опорах(1953–1968 гг.);

➢ в начале 60-х годов в проблемной лаборатории впервые в стране сконструированы гелиевые установки с гурбодетандерами для термостатирования жидкого водорода; *В.Н.Козловым* впервые предложены основы расчета нестационарных процессов в низкотемпературных системах;

➢ в 60-х годах проф. *А.Д.Сусловым*, доцентами *В.И.Ардашевым* и *Ю.В.Пешти* разработан оригинальный ротационный компрессор с неметаллическими пластинами;

➢ в 60-х годах коллективом во главе с *С.Я.Гершем*, а затем *М.И.Дьячковым* и *А.М.Сошинским* проведена огромная работа по созданию для метрополитена и подводных сооружений криогенных установок для очистки больших количеств воздуха от диоксида углерода и других вредных примесей методом их вымораживания;

➢ под руководством *А.Д.Суслова* и *Ю.Д.Фролова* на кафедре разработаны и испытаны различные конструкции роторных шахтных кондиционеров, работающих от пневмосети;

➢ проф. *Е.И.Микулиным* и его учениками

Профессор ***Ф.М.ЧИСТЯКОВ***

Профессор ***А.И.НУЖДИН***

Доцент ***В.Н.КОЗЛОВ***

Доцент ***В.И.АРДАШЕВ***

созданы уникальные по эффективности теплообменные аппараты;

➢ в конце 70-х годов в отраслевой лаборатории разработаны и запатентованы за рубежом волновые криогенераторы;

➢ начиная с 1974 г. по инициативе академика АН *СССР Г.А.Николаева* и проф. *В.И.Лощилова* на кафедре начали создавать разнообразные криохирургические инструменты, и сегодня применяющиеся в криомедицине;

➢ в 1987 г. созданы первые отечественные адсорбционные воздухоразделительные установки.

В сложные для российской высшей школы 90-е годы, в условиях отсутствия государственного финансирования и оттока абитуриентов, кафедра сумела не только сохранить педагогический и научный потенциал, но и расширила поле деятельности, открыв несколько новых филиалов и приняв участие в создании выпускниками кафедры ряда новых профильных предприятий (см. *генеалогическое древо кафедры*).

На кафедре создан и активно работает учебно-научный центр "Криоконсул", что позволяет зарабатывать средства на именные стипендии, переоснащение лаборатории, производственные практики, издание учебников и проведение научных исследований.

В настоящее время на кафедре выполняются 8 фундаментальных научно-исследовательских и 9 поисковых и опытно-конструкторских работ. Кафедра продолжает заложенные еще *Г.Н.Ворониным* и *В.П.Беляковым* традиции тесного содружества с производством, поэтому ряд исследований проводится совместно как с отечественными предприятиями (АО «Криогенмаш», АО «Северсталь», АО «Гелиймаш», МП «Хром», СП «Айсблик»), так и с зарубежными фирмами (Index Tech. York Inc., Carrier, BOC).

О высоком качестве выполненных на кафедре работ свидетельствует тот факт, что за последние 5 лет на международных конференциях были представлены 14 докладов сотрудников кафедры, в том числе 4 на XX Международном конгрессе по холоду в Сиднее в1999 г. и 2 на конференции в Праге в 2000 г.С 1994 г. на базе кафедры работает Московское региональное отделение Международной академии холода.

Кафедра Э4 , носящая сейчас название "Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения", возглавляемая крупным ученым-криогенщиком доктором техн. наук, профессором *А.М.Архаровым*, прошла нелегкий, но достойный путь: выпущено несколько тысяч молодых специалистов, подготовлено 8 докторов и около 150 кандидатов технических наук, выполнено огромное количество исследовательских и проектно-конструкторских работ, на которые получено более 300 авторских свидетельств. И нет ничего удивительного в том, что сейчас коллектив кафедры с уверенностью смотрит в будущее – это будущее он создавал упорным многолетним трудом.

Редколлегия и редакция журнала "Холодильная техника" сердечно поздравляют преподавателей, студентов, аспирантов и сотрудников кафедры со славным юбилеем!

УДК 621.575

Повышение эксплуатационной надежности абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин и термотрансформаторов

Канд. техн. наук, доц. **О.В. ВОЛКОВА**,
д-р техн. наук, проф. **А.В. БАРАНЕНКО**,
д-р техн. наук, проф.
Л.С. ТИМОФЕЕВСКИЙ
(СПбГУНиПТ)

Абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины (АБХМ) и термотрансформаторы (АБТТ) широко применяют в различных отраслях промышленности. Однако из-за высокой коррозионной активности водного раствора бромида лития по отношению к конструкционным материалам снижается срок их эксплуатации, выходят из строя узлы и трубные пучки аппаратов. На коррозионные процессы, протекающие в АБХМ и АБТТ, заметно влияют температуры и концентрации водного раствора бромида лития, скорость движения рабочего раствора в теплообменных аппаратах, изменение агрегатного состояния веществ, наличие некоторого количества кислорода воздуха в аппаратах и ряд других факторов. Использование коррозиестойких конструкционных материалов и эффективных ингибиторов коррозии позволяет повысить эксплуатационную надежность и уменьшить металлоемкость агрегатов.

It is shown that corrosion resistance of carbon steels and copper alloys being in contact with aqueous solutions of lithium bromide in liquid and vapor phases is ensured with the help of inhibitory composition consisting of lithium chromate, lithium hydroxide, K-inhibitor and surface-active substances (SAS).

В настоящей работе приведены результаты исследования коррозионной стойкости различных конструкционных материалов в водном растворе бромида лития и защитных свойств некоторых ингибиторов коррозии.

Динамические коррозионные испытания проводили в условиях испарения раствора–конденсации водяного пара по методике, изложенной в работе [1]. Температура раствора и массовая доля в нем бромида лития определялись режимом работы генератора второй ступени, подверженного максимальным коррозионным разрушениям, и составляли соответственно 160 °С и 64 %.

Объектами испытаний служили углеродистая сталь ВСт.3 Сп, пержавеющая сталь 12Х18Н10Т и медные сплавы МНЖ 5-1 и МНЖ Мц 30-1-1.

Образцы из пержавеющей и углеродистой сталей были выполнены в виде пластин размерами 30×20×3 мм, а из медных сплавов – в виде полуколец размерами 30×16×1 мм. Коррозионную стойкость материалов определяли гравиметрическим способом.

Рабочие растворы готовили из бромида лития марки "ч". Концентрацию раствора определяли прямым титрованием ионов Br по методике [3].

Результаты коррозионных испытаний различных конструкционных материалов в течение 1000 ч в 64%-ном растворе бромида лития при температуре 160 °С представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, раствор бромида лития характеризуется высокой коррозионной активностью по отношению к углеродистым сталям. При значительной скорости общей коррозии [до 1,7 г/(м² • ч)] локальные коррозионные разрушения стали ВСт. 3 Сп имеют место при контакте ее со всеми фазами рабочего раствора.

Сравнительно невысокая коррозионная стойкость в условиях испытания у медного сплава МНЖ 5-1 [K=0,06...0,08 г/(м² • ч)]. В паровой фазе и на границе раздела фаз в образцах из этого сплава встречаются язвенные и точечные разрушения. Скорость коррозии медного сплава МНЖ Мц 30-1-1 незначительна при контакте со всеми фазами рабочего раствора. Только в образцах, находящихся в растворе в паровой фазе, обнаружена точечная коррозия.

Из исследованных материалов наибольшую коррозионную стойкость имеет пержавеющая сталь 12Х18Н10Т [K=0,002...0,011 г/(м² • ч)]. Однако опыт промышленного использования пержавеющей стали показал, что теплообменные трубы из стали 12Х18Н10Т подвержены коррозионному растрескиванию.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования в аппаратах АБХМ и АБТТ теплообменных труб из медных сплавов МНЖ 5-1 и МНЖ Мц 30-1-1, а также обечаек и трубных решеток из углеродистой стали ВСт.3 Сп, но при обязательном ингибировании рабочего раствора. Основное требование к ингибиторам – высокая эффективность по отношению и к медным сплавам, и к углеродистым сталям, контактирующим со всеми фазами рабочего раствора.

Таблица 1

Материал образца	Скорость коррозии K, г/(м² • ч)		
	Жидкая фаза	Граница раздела фаз	Паровая фаза
ВСт.3 Сп	1,71*	1,28**	0,16*
МНЖ 5-1	0,058	0,073***	0,076**
МНЖ Мц 30-1-1	0,028	0,027	0,004***
12Х18Н10Т	0,002	0,002	0,011

*Питтинговая коррозия. **Язвенная коррозия. ***Точечная коррозия.

Для интенсификации процессов тепломассопереноса в аппаратах АБХМ и АБТТ применяют поверхностно-активные вещества (ПАВ) [2,4]. Поэтому ингибиторы должны быть совместимыми с ПАВ. Исходя из сказанного, перспективными считают ингибиторные композиции, состоящие из неорганических ингибиторов, защищающих конструкционные материалы при контакте с жидкой фазой раствора, а также из органических – при контакте с паровой фазой и на границе раздела фаз и ПАВ.

Эффективные ингибиторы, предотвращающие коррозию углеродистых сталей при контакте с жидкой фазой раствора бромида лития, – это хроматы, относящиеся к пассиваторам [6]. Известно, что хроматы защищают от коррозии почти все металлы [5].

Для защиты углеродистых сталей и медных сплавов в нейтральных средах применяют комплексообразователи, создающие с ионами Fe и Cu устойчивые комплексные соединения и формирующие на поверхности металлов прочные защитные пленки [5].

Для определения наиболее эффективных ингибиторов провели предварительные испытания медных сплавов в 62–64%-ном растворе бромида лития с ингибирующими добавками при 160 °С в течение 100 ч. По результатам этих испытаний предложен ингибитор-комплексообразователь, обеспечивающий высокую степень защиты медных сплавов при контакте с раствором в паровой фазе и на границе раздела фаз (К-ингибитор).

Дальнейшие испытания наиболее перспективных ингибиторных композиций проводили в течение 1000 ч.

Полученные результаты, представленные в табл. 2, показывают, что хромат лития (0,18 %) в сочетании с гидроксидом лития (0,1 %) обеспечивает 93–96%-ную

Таблица 2

Материал образца	Состав ингибирующей добавки	Жидкая фаза		Граница раздела фаз		Паровая фаза	
		Скорость коррозии K, г/(м • ч)	Степень защиты Z, %	Скорость коррозии K, г/(м • ч)	Степень защиты Z, %	Скорость коррозии K, г/(м • ч)	Степень защиты Z, %
МНЖ 5-1	Li_2CrO_4(0,18%) – LiOH(0,1%)	0,004	93,1	0,179*	–	0,075	–
	Li_2CrO_4(0,18%) – LiOH(0,1%)–К-ингибитор	0,0015	97,4	0,0018	97,5	0,0025	96,7
	Li_2CrO_4(0,18%) – LiOH(0,1%)–К-ингибитор–ПАВ	–	100	0,0004	99,5	0,0028	96,3
МНЖ Мц 30-1-1	Li_2CrO_4(0,18%) – LiOH(0,1%)	0,001	96,4	0,006	–	0,0007**	–
	Li_2CrO_4(0,18%) – LiOH(0,1%)–К-ингибитор	–	100	0,0004	98,5	0,0003	92,5
	Li_2CrO_4(0,18%) – LiOH(0,1%)–К-ингибитор–ПАВ	–	100	–	100	–	100
ВСт. 3 Сп	Li_2CrO_4(0,18%) – LiOH(0,1%)–К-ингибитор–ПАВ	–	100	–	100	–	100

Примечание. Коррозионная стойкость материалов в водном растворе бромида лития с различными ингибиторами определена за 1000 ч при t =160 °С и массовой доле бромида лития 6–64 %.
*Язвенная коррозия. **Точечная коррозия.

защиту медных сплавов в растворе бромида лития.

Совместное использование К-ингибитора с хроматом и гидроксидом лития позволяет обеспечить 97%-ную защиту сплава МНЖ 5-1 в рабочем растворе во всех фазах. Степень защиты сплава МНЖ Мц 30-1-1 при контакте с жидкой фазой раствора и на границе раздела фаз составляет 98–100 %, а при контакте с паровой фазой – 92,5 %.

Добавление ПАВ усиливает действие указанных ингибиторов, обеспечивая 100%-ную защиту сплава МНЖ Мц 30-1-1 и стали ВСт. 3 Сп при контакте со всеми фазами рабочего раствора, а также сплава МНЖ 5-1 в жидкой фазе раствора и на границе раздела фаз, не изменяя степени защиты МНЖ 5-1 в паровой фазе.

Таким образом, ингибиторная композиция, состоящая из хромата лития, гидроксида лития, К-ингибитора и ПАВ, обеспечивает практически 100%-ную защиту медных сплавов МНЖ 5-1, МНЖ 30-1-1 и углеродистой стали ВСт. 3 Сп во всех фазах раствора бромида лития при 160 °С и массовой доле бромида лития 62–64 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ингибиторы* для защиты от коррозии сталей в водосолевых растворах/ А.В.Баранецко, О.В.Волкова, И.И.Орехов, А.П.Будневич//Холодильная техника.–1988. № 8.

2. *Клишевский М.Х.* Некоторые результаты современных теоретических работ в области абсорбции//Теоретические основы химической технологии.1967.Т.1.№ 6.

3. *Крешков А.П.* Основы аналитической химии.–М.: Госхимиздат, 1965.

4. *Крылов В. С.* Теоретические аспекты интенсификации процессов межфазного обмена//Теоретические основы химической технологии.1983. Т.17. № 1.

5. *Кузнецов Ю.И.* Органические ингибиторы коррозии металлов в нейтральных водных растворах//Коррозия и защита от коррозии.1978. № 7.

6. *Орехов И.И., Тимофеевский Л.С., Караван С.В.* Абсорбционные преобразователи теплоты.–Л.: Химия, 1989.

Лицензия № 24Г-0348 от 01.04.99.

Факультет повышения квалификации Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий осуществляет по заявкам предприятий и частных лиц обучение по следующим направлениям :

- технология и оборудование производства молочных, мясных, рыбных продуктов, продуктов детского и диетического питания, хлеба, макаронных и кондитерских изделий;
- технология пивоварения и виноделия;
- технология хранения и переработки картофеля, овощей и фруктов, дикорастущих ягод и грибов;
- консервирование пищевых продуктов;
- аммиачные и хладоновые холодильные машины и установки любой производительности (включая бытовые и торговые);
- оборудование и системы вентиляции и кондиционирования воздуха;
- воздухоразделительные машины и установки, получение особочистых газов.

Программы и сроки обучения максимально учитывают пожелания слушателей.

Наш адрес: 191002 С-Петербург, ул. Ломоносова, 9, ауд. 1312.
Тел. 314-75-69, тел./факс 311-52-14.

Д-р техн. наук, проф. **О.Я.КОКОРИН**
МГСУ,
А.А.ВОЛКОВ
МНИИП,
Ф.И.АНДРОНОВ
фирма «Веза»

Системы микроклимата помещений плавательных бассейнов

На основе постановления правительства Москвы от 27.10.98 г. «О программе строительства плавательных бассейнов в г. Москве» развернуто строительство помещений бассейнов для оздоровительного и спортивного плавания, сооружаемых при школах и пансионатах для отдыха. Качество лечебного и спортивного плавания в значительной степени зависит от комфортных параметров воздушной среды в зоне нахождения людей.

Analysis of a year-round operation of microclimate systems in swimming-pool rooms is given. A fundamental circuit arrangement of such systems has been developed. Standard types and sizes of air conditioners used in this circuit and produced by Russian industry are given.

Помещения плавательных бассейнов используют, как правило, круглый год. Температура воды в бассейне в холодный период года не должна опускаться ниже 25 °С, а летом увеличивается до 27 °С. Температура воздуха поддерживается на 1...2 °С выше температуры воды при относительной влажности 50–60 %.

Наличие открытой поверхности воды обусловливает поступление в воздух помещений большого количества водяных паров. Количество испаряющихся с поверхности ванны бассейна водяных паров W (кг/ч) может быть вычислено по опытной формуле, полученной финскими специалистами применительно к особенностям функционирования плавательных бассейнов:

$$W_{ис} = AF\sigma_{ис}(d_w - d_в)/1000, \quad (1)$$

где A – опытный коэффициент; F – площадь поверхности водяной ванны, м²; $\sigma_{ис}$ – коэффициент испарения, кг/(м²·ч) на 1 кг влаги; d_w, $d_в$ – влагосодержание соответственно насыщенного воздуха и воздуха в зоне нахождения людей, г/кг.

Опытный коэффициент A учитывает интенсификацию испарения с поверхности воды площадью F (из-за изменения условий протекания процессов испарения при наличии купающихся) по сравнению с испарением со спокойной поверхности воды. По данным финских специалистов, для оздоровительных плавательных бассейнов коэффициент $A = 1{,}5$ [1].

Площадь F поверхности спокойной глади воды в бассейне определяется размерами водяной ванны. Коэффициент испарения $\sigma_{ис}$ [кг/(м²·ч) на 1 кг влаги] вычисляют по опытной формуле [1]

$$\sigma_{ис} = 25 + 19v, \quad (2)$$

где v – скорость движения воздуха, м/с.

Влагосодержание насыщенного воздуха d_w при температуре поверхности воды t_w находят по i,d-диаграмме (рис. 1) или вычисляют по известным формулам [1]. Влагосодержание воздуха $d_в$ в зоне нахождения людей находят по i,d-диаграмме при заданных параметрах воздуха – температуре $t_в$ и относительной влажности $\varphi_в$ или вычисляют по известным формулам [1].

Скорость движения воздуха v (м/с) над поверхностью воды зависит от схемы организации воздухообмена в помещении. По условиям теплового комфорта для обнаженных людей скорость воздуха в зоне их нахождения в бассейне не должна превышать 0,1 м/с.

Примем площадь водной поверхности бассейна $F = 25 \cdot 8 = 200$ м², температуру воды летом $t_w = 27$ °С и параметры воздуха в зоне нахождения людей $t_в = 28$ °С и $\varphi_в = 60$ %. По формуле (2) вычисляем коэффициент испарения [кг/(м²·ч) на 1 кг влаги]:

$$\sigma_{ис} = 25 + 19 \cdot 0{,}1 = 26{,}9.$$

На i,d-диаграмме (см. рис. 1) находим $d_w = 23$ г/кг (точка $И$) и $d_в = 14{,}4$ г/кг (точка $В$).

По формуле (1) вычисляем количество испаряющейся влаги при использовании бассейна для оздоровительного плавания:

$$W_{ис} = 1{,}5 \cdot 200 \cdot 26{,}9 \cdot (23 - 14{,}4)/1000 = 69{,}4 \text{ кг/ч}.$$

На испарение воды затрачивается теплота, которая поступает из воздуха при наличии градиента температур $(t_в - t_w)$ в сторону воды, а также теплота, отдаваемая горячей водой в водо-водяном нагревателе. Горячая вода поступает при насосной циркуляции от источника теплоснабжения. Поток теплоты, затрачиваемой на испарение воды $Q_{ис}$ (кДж/ч), вычисляют по формуле

$$Q_{ис} = W_{ис}r. \quad (3)$$

Скрытую теплоту парообразования r (кДж/кг) при температуре воды t_w находят по формуле

$$r = 2500 - 4{,}2t_w. \quad (4)$$

Для рассматриваемого случая по формуле (4) получим

$$r = 2500 - 4{,}2 \cdot 27 = 2387 \text{ кДж/кг}.$$

Тогда

$$Q_{ис} = 69{,}4 \cdot 2387 = 165\,658 \text{ кДж/ч},$$

или $165\,658/3{,}6 = 46016$ Вт. (5)

Если помещение плавательного бассейна имеет значительную площадь поверхности остекления в наружных ограждениях, то проникающая через него теплота солнечной радиации затрачивается на нагрев строительных конструкций и зеркала воды. Использование проникающей в помещение бассейна солнечной радиации в целях нагрева зеркала воды в плавательной ванне позволяет сократить затраты теплоты от источников теплоснабжения, требуемые для поддержания температуры воды в ванне $t_w = 27$ °С.

В холодный период года необходимо предотвратить большие теплопотери через значительные поверхности остекления в наружных ограждениях. Для этой цели конструкция остекления должна иметь повышенное термическое сопротивление теплопередаче, обусловленной наличием градиента температур внутреннего $t_в$ и наружного $t_н$ воздуха, но сохранять способность пропускать в помещение теплоту солнечной радиации, которая будет способствовать поддержанию температуры поверхности воды в плавательной ванне на требуемом уровне $t_w = 25...27$ °С.

На рис. 1 представлено построение на i,d-диаграмме расчетного режима работы системы микроклимата в помещении плавательного бассейна в теплый период года в климате Москвы. Для удаления из помещения испаряющихся водяных паров используется наружный воздух с параметрами Б [3]: $t_н = 28{,}5$ °С, $i_н = 54$ кДж/кг (точка $Н$). В зоне плавания поддерживаются параметры точки $В$: $t_в = 28$ °С и $\varphi_в = 60$ % при $i_в = 64$ кДж/кг.

В целях увеличения поглотительной способности приточного воздуха по восприятию влаговыделений рационально подавать приточный воздух с малыми скоростями непосредственно в зону нахождения людей, а удалять воздух из верхней зоны под потолком помещения. Влажный воздух легче сухого. Поэтому в режиме поступления в зону нахождения людей приточного воздуха и поглощения им испаряющихся водяных паров образуется более насыщенный влагой воздух, который будет подниматься под перекрытие, где вла-

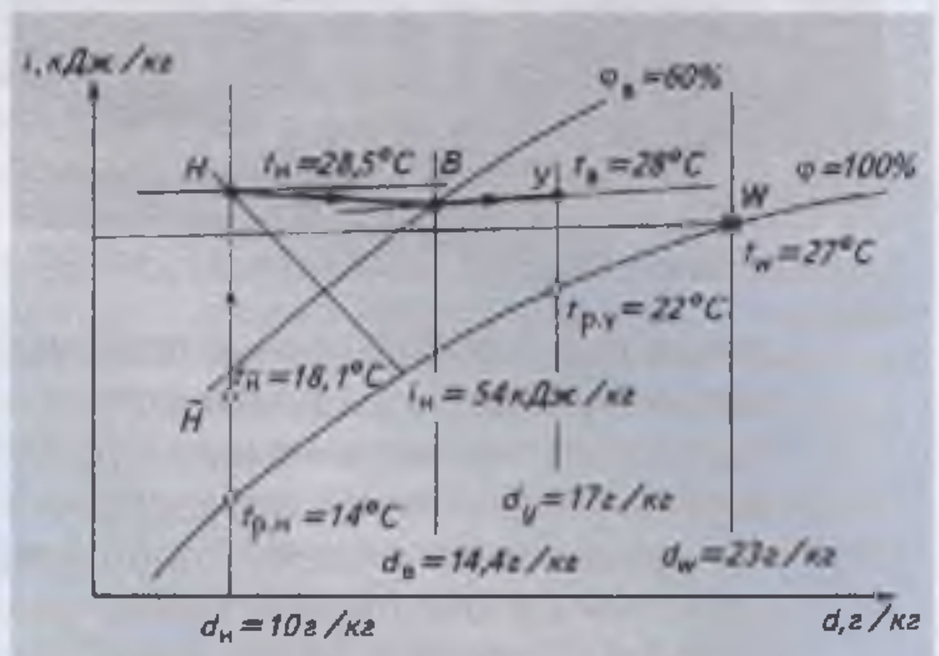


Рис. 1. Построение на i, d-диаграмме режими работы приточно-вытяжной системы в расчетных условиях теплого периода года в климате Москвы.
Обозначение режимов:
Н-В-У – поглощение влаговыделений приточным воздухом по высоте помещения плавательного бассейна;
Н-Н – нагрев приточного наружного воздуха в утренние и вечерние часы теплого периода года

госодержание d_y становится выше, чем $d_п$. Для нахождения влагосодержания d_y (г/кг) удаляемого воздуха при расходе L_y можно использовать формулу

$$d_y = d_п + K_д(d_в - d_п), \qquad (6)$$

где $d_в$, $d_п$ – влагосодержание соответственно внутреннего и приточного воздуха, г/кг.

Показатель $K_д$ называется коэффициентом эффективности организации воздухообмена. Для рекомендуемой схемы притока воздуха в зону нахождения людей и вытяжки под потолком этот показатель может быть принят равным $K_д = 1,6$. Вычислим по формуле (6) возможное влагосодержание удаляемого воздуха для рассматриваемого примера:

$$d_y = 10 + 1,6(14,4 - 10) = 17 \text{ г/кг}.$$

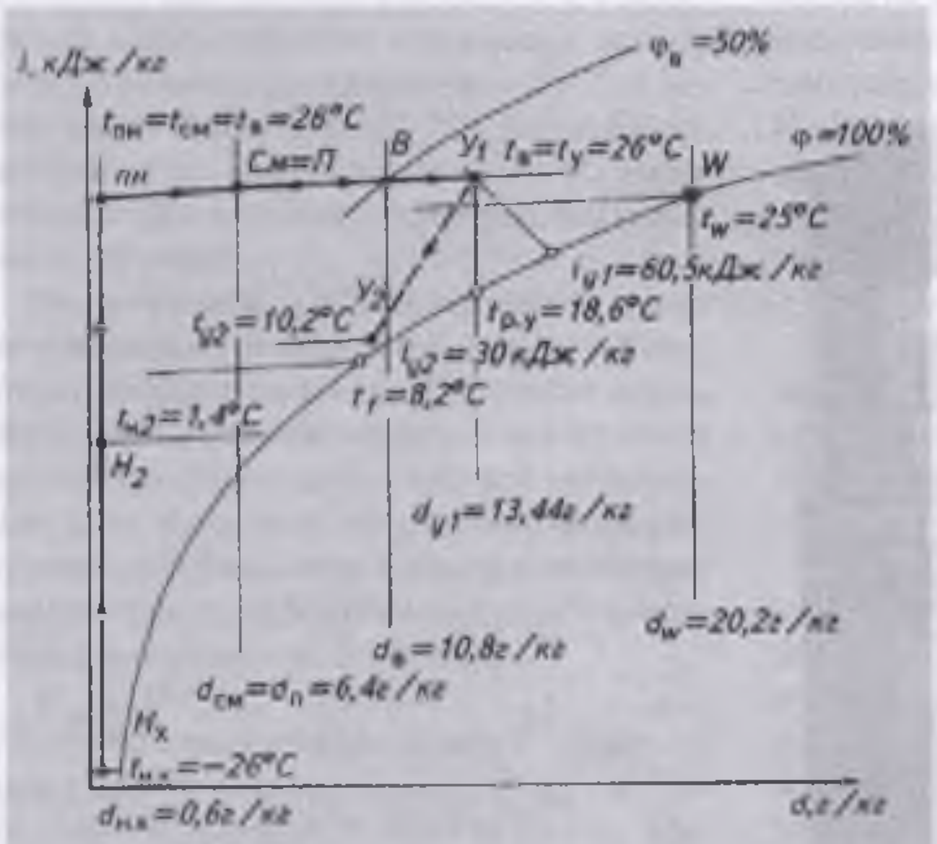


Рис. 2. Построение на i, d-диаграмме режима работы приточно-вытяжной системы в расчетных условиях холодного периода года в климате Москвы
Обозначение режимов:
$Н_1$–$Н_2$ – нагрев приточного наружного воздуха в установке утилизации; $У_1$–$У_2$ – извлечение теплоты из выбросного вытяжного воздуха в установке утилизации;
$Н_2$–ПН – нагрев приточного наружного воздуха в калорифере; ПН–СМ–$У_1$ – процесс смешения подогретого приточного наружного воздуха с частью вытяжного воздуха;
СМ–В–$У_1$ – поглощение влаговыделений приточным воздухом по высоте помещения плавательного бассейна

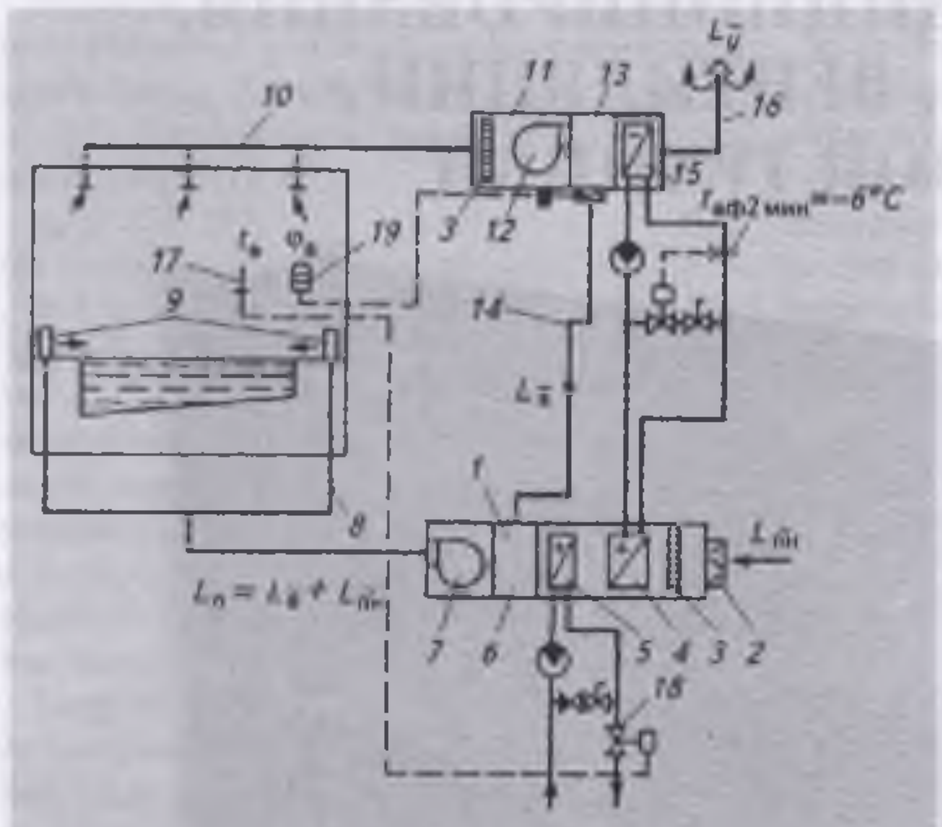


Рис. 3. Принципиальная схема системы микроклимата в помещении бассейна для плавания

На *i,d*-диаграмме (см. рис. 1) находим точку *У*с параметрами: $d_y = 17$ г/кг, $t_в = t_y = 28$ °С.

Согласно расчету для поглощения влаговыделений в помещениях плавательных бассейнов в зону нахождения людей необходимо подавать следующее количество приточного наружного воздуха (м³/ч):

$$L_{п.н} = (W_{ис} \cdot 1000)/(\rho_{пн}(d_y - d_п)). \qquad (7)$$

Для рассматриваемого примера по формуле (7) получим

$L_{п.н} = (69,4 \cdot 1000)/(1,15 \cdot (17 - 10)) = 8621$ м³/ч.

В СНиП [3] указано, что в расчетные сутки теплого периода года температура наружного воздуха в климате Москвы снижается на 10,4 °С (точка *П*). Следовательно, для сохранения комфортных условий воздушной среды приточный наружный воздух в утренние и вечерние часы летом необходимо подогревать. Для первоначального нагрева приточного наружного воздуха энергетически рационально использовать установку утилизации с насосной циркуляцией промежуточного теплоносителя-антифриза [2]. Во избежание конденсации водяных паров температура внутренней поверхности ограждений должна быть выше температуры точки росы удаляемого воздуха $t_{р.у}$ т.е. выше 22 °С (для построения, выполненного на рис. 1).

На рис. 2 представлено построение на *i,d*-диаграмме расчетного режима работы системы микроклимата в холодный период года при параметрах Б [3]: $t_{нх} = -26$ °С, $d_{нх} = 0,6$ г/кг; температура воды $t_w = 25$ °С, $d_w = 20,2$ г/кг; температура воздуха $t_в = 26$ °С, $d_в = 10,8$ г/кг, относительная влажность $\varphi_в = 50$ %. Градиент влагосодержаний внутреннего и приточного воздуха в расчетных условиях холодного периода года значительно больше, чем в расчетных условиях для теплого периода года (см. рис. 1). Как следует из формулы (1), увеличение градиента влагосодержаний приведет к возрастанию количества воды, испаряющейся с водного зеркала ванны плавательного бассейна, что соответственно увеличит расход теплоты на подогрев пополняющей бассейн свежей воды.

В целях сохранения в холодный период года условий испарения воды близкими к режимам в летний период предлагается в холодный период года градиенты влагосодержаний оставить неизменными и равными их значениям при работе в летних режимах. Для выполнения этих условий следует в холодный период года достигать требуемого влагосодержания приточного воздуха путем смешения в приточном агрегате подогретого до температуры $t_{п.н} = 26$ °С наружного воздуха и рециркуляционного влажного воздуха из помещения.

Градиенты влагосодержаний в рабочей зоне в теплый и холодный периоды года принимают одинаковыми и равными градиенту в теплый период года:

$\Delta d_{р.з} = d_в - d_н = 14,4 - 10 = 4,4$ г/кг.

Таким образом, влагосодержание смеси приточного воздуха в холодный период года

$d_{см} = d_в - \Delta d_{р.з} = 10,8 - 4,4 = 6,4$ г/кг.

Влагосодержание удаляемого воздуха вычисляем по формуле (6):

$d_y = 6,4 + 1,5(10,8 - 6,4) = 13,44$ г/кг.

Из уравнения баланса смеси определяем расход приточного наружного воздуха в холодный период года:

$$L_{п.н.х} = L_п(\rho_y d_y - \rho_{см} d_{см})/(\rho_y d_y - \rho_{п.н} d_{п.н}) =$$
$$= 8621(1,15 \cdot 13,44 - 1,16 \cdot 6,4)/(1,15 \cdot$$
$$\cdot 13,44 - 1,17 \cdot 0,6) = 4811 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где ρ_y, $\rho_{п.н}$, $\rho_{см}$ – плотность соответственно удаляемого, приточного наружного воздуха и смеси, кг/м³.

Полученное значение $L_{п.н.х}$ необходимо проверить на соответствие санитарно-гигиеническим нормам по подаче в помещение приточного наружного воздуха. В плавательном бассейне для условий рассматриваемого примера одновременно находятся 40 человек, т. е. на одного человека приходится объемный расход воздуха 80 м³/ч, что отвечает минимальному расходу:

$L_{п.н.мин} = 40 \cdot 80 = 3200$ м³/ч.

Таким образом, значение $L_{п.н.х}$ больше $L_{п.н.мин}$, что указывает на соответствие санитарным нормам.

Для снижения количества теплоты, расходуемой на подогрев приточного наружного воздуха, предлагается применить установку утилизации теплоты выбрасываемого в атмосферу удаляемого воздуха L_y.

Нагрев приточного наружного воздуха в установке утилизации отвечает следующему уравнению теплового баланса:

$$Q_{т.у} = L_{п.н.х}\rho_{п.н}c_p(t_{н2} - t_{п.н}) = L_y\rho_y(i_{y1} - i_{y2}). \qquad (8)$$

Методом подбора находим рациональное значение энтальпии i_{y2} удаляемого воздуха, направляемого в теплообменные установки утилизации. Для рассматриваемого примера $i_{y2} = 30$ кДж/кг. По правой части уравнения (8) вычисляем количество утилизуемой теплоты:

$Q_{т.у} = 4800 \cdot 1,18(60,5 - 30) = 172\,752$ кДж/ч.

Из преобразованной левой части уравнения (8) находим достигаемую температуру подогрева приточного наружного воздуха:

$t_{н2} = Q_{т.у}/(L_{п.н.х}\rho_{п.н}c_p) + t_{пн} = 172752/(4811 \cdot$
$\cdot 1,31 \cdot 1) - 26 = 1,4$ °С.

На рис. 2 режим извлечения теплоты из вытяжного воздуха показан пунктирными линиями. От температуры $t_{н2} = 1,4$ °С до $t_{п.н} = 26$ °С приточный наружный воздух нагревается в калорифере, питаемом горячей водой. При повышении $\varphi_в$ до 60 % система переходит на работу по прямоточной схеме.

На рис. 2 показано, что температура точки росы удаляемого воздуха в холодный пе-

Поздравляем с юбилеем!

ОЛЕГУ ЯНОВИЧУ КОКОРИНУ 75 ЛЕТ

25 ноября 2000 г. исполнилось 75 лет доктору технических наук, профессору Олегу Яновичу КОКОРИНУ, профессору кафедры «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха» Московского государственного строительного университета (МГСУ), научному консультанту ряда отечественных фирм.

Жизненный путь Олег Янович начал с участия в Великой Отечественной войне с 1943 по 1945 г.

После демобилизации в 1946 г. поступил и в 1951 г. закончил механический факультет Краснодарского политехнического института, где началась его специализация в области кондиционирования воздуха. С 1951 по 1953 г. работал в институте Латпроект. С 1953 по 1955 г. была учеба в аспирантуре на кафедре «Отопление, вентиляция, кондиционирование» МИСИ (ныне МГСУ), которая завершилась защитой кандидатской диссертации в области исследования форсуночных камер установок кондиционирования.

С 1954 по 1958 г., будучи старшим научным сотрудником отдела кондиционирования НИИ сантехники, Олег Янович участвовал в исследовании, разработке и организации производства первых отечественных кондиционеров, которые поставлялись на строительство первой очереди Бхилайского металлургического завода в Индии. Здесь в 1959–1960 гг. принимал участие в монтаже и пуске этих кондиционеров.

После возвращения из Индии возглавил лабораторию местных кондиционеров НИИ сантехники, где подготовил и в 1966 г. защитил докторскую диссертацию и опубликовал монографию «Испарительное охлаждение для целей кондиционирования воздуха».

В 60–80-х годах продолжал работать руководителем лаборатории кондиционирования и одновременно был профессором на кафедре «Отопление, вентиляция, кондиционирование» МИСИ. В 1970 и1978 гг. вышли два издания его монографии «Установки кондиционирования воздуха». Олег Янович был разработчиком учебной программы по специальности «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение», по которой в 1985 г. с его участием опубликован первый учебник.

С 1960 по 1996 г. с его участием созданы системы кондиционирования на многих объектах в Москве и других городах. Впервые в 1983 г. создана и успешно работает энергосберегающая система кондиционирования воздуха в административном здании, ныне занимаемом Советом Федерации.

По проблеме экономии энергии в 1999 г. им опубликована монография «Энергосберегающая технология систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОК)», в которой обобщен многолетний опыт научно-исследовательской и проектно-конструкторской работы в области кондиционирования воздуха.

Под руководством О.Я.Кокорина 22 человека защитили кандидатские диссертации и двое – докторские. Он автор 60 изобретений и 360 печатных работ. Более 40 лет О.Я.Кокорин активно сотрудничает в нашем журнале, где опубликовано более 40 его работ.

Желаем юбиляру крепкого здоровья, успехов и продолжения активного сотрудничества с нашим журналом.

риод года равна $t_{р.}$ = 18,6 °С. Во избежание конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций с помощью нагревательных приборов необходимо обеспечить поддержание температуры их поверхностей зимой на уровне не менее 19 °С. В расчетных режимах теплого периода года температура точки росы удаляемого воздуха равна 22 °С (см. рис. 1). Чтобы предотвратить конденсацию влаги, температура внутренних поверхностей ограждений не должна опускаться летом ниже 23 °С.

Проведенный анализ круглогодовых режимов работы систем микроклимата в помещениях плавательных бассейнов позволил разработать принципиальную схему системы микроклимата, представленную на рис. 3. Приточный агрегат *1* собирается из блоков, включающих по ходу воздуха следующие элементы: многостворчатый воздушный клапан *2* для поступления приточного наружного воздуха при переменном расходе $L_{п.н}$; воздушный фильтр *3*; теплоотдающий теплообменник *4* установки утилизации; калорифер второго подогрева *5*; смесительную камеру *6*; приточный вентилятор *7*.

Воздуховодами *8* приточный агрегат *1* соединяется с ламинарными воздухораспределителями *9*, из которых приточный воздух $L_п$ поступает в зону нахождения людей со скоростью не более 0,2 м/с. Влажный воздух под потолком через вытяжной воздуховод *10* забирается в вытяжной агрегат *11*, который включает: воздушный фильтр *3*; вытяжной вентилятор *12*; воздушную камеру *13* с воздушным клапаном, соединенную воздуховодом *14* со смесительной камерой *6* приточного агрегата *1*; теплоизвлекающий теплообменник *15* установки утилизации; выбросной воздуховод *16* удаляемого в атмосферу воздуха $L_у$.

В помещении плавательного бассейна термостат *17* контролирует температуру воздуха $t_п$ в зоне нахождения людей и через импульсную связь воздействует на автоматический клапан *18* изменения расхода горячей воды через калорифер 5. Датчик *19* контролирует влажность воздуха $\varphi_п$ в зоне нахождения людей и через импульсную связь воздействует на моторный привод воздушных клапанов у воздушной камеры *13*. При снижении относительной влажности воздуха до нижнего уровня 50 % воздушные клапаны камеры *13* открыты для пропуска по соединительному воздуховоду *14* на рециркуляцию до 50 % удаляемого воздуха, который смешивается с подогретым приточным наружным воздухом в камере *6* приточного агрегата *1*. При достижении верхнего уровня относительной влажности воздуха 60 % в зоне нахождения людей датчик *19* подаст команду на закрытие воздушных клапанов у воздушной камеры *13*, после чего приточный агрегат *1* работает по прямоточной схеме. На схеме (рис. 3) не показаны нагревательные приборы, которые должны поддерживать температуру на поверхности ограждений помещения плавательного бассейна выше температуры точки росы удаляемого влажного воздуха (см. рис. 1 и 2).

Приточные *1* и вытяжные *11* агрегаты удобно и экономично создавать на базе блоков каркасно-панельных кондиционеров, разработанных и выпускаемых отечественной фирмой «Веза».

В настоящее время только в Москве реализовано более двадцати проектов систем микроклимата плавательных бассейнов, выполненных по схеме на рис. 3. Приточные и вытяжные агрегаты для систем микроклимата производительностью, указанной в приведенном в статье примере, собирают на базе блоков кондиционеров КЦКП-10 фирмы «Веза». *(Каталог «Кондиционеры центральные каркасно-панельные», выпущенный в 1999 г., имеется в офисе фирмы).*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В.* Кондиционирование воздуха и холодоснабжение.– М.: Стройиздат, 1985.

2. *Кокорин О.Я.* Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОК).–М.: Проспект, 1999.

3. *СНиП* 2.04.05–91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.–М.: ГУП ЦПП, 1997.

УДК 628.84

Влияние параметров воздушной среды и характеристик сети электропитания на показатели функционирования кондиционеров сплит-систем

В.И.ШИЛЕНКО,
А.Л.ПИМКОВ
ОАО «Машиностроительный завод»,
канд. техн. наук
В.С.ВЕРШИНИН
ГПВТФ «Энергия»,
А.Б.ЯНЫШЕВ
СПбГУНПТ

This paper presents method, testing equipment and research results of calorimeter, energy characteristics and performance stability of split type air conditioners depending on temperature and humidity conditions of ambient air and features of power supply.

В соответствии с нормативными требованиями воздушные кондиционеры предназначены для автоматического поддержания в закрытых помещениях всех или некоторых параметров воздуха (температуры, влажности, чистоты, скорости движения) с целью обеспечения оптимальных условий, благоприятных для самочувствия людей, ведения технологических процессов, обеспечения сохранности культурных ценностей и т.д.

Работу воздушного кондиционера с тепловым насосом характеризуют:

- холодо/теплопроизводительность;
- потребляемая мощность в режиме охлаждения/нагревания;
- рабочая сила тока в режиме охлаждения/нагревания;
- воздухопроизводительность;
- разность температур воздуха на входе и выходе внутреннего блока;
- скорость воздушного потока на выходе из внутреннего блока;
- устойчивость к воздействию импульсных помех в сети электропитания;
- устойчивость к воздействию динамических изменений напряжения в сети электропитания;
- устойчивость к электростатическим разрядам;
- устойчивость работы при пониженном и повышенном напряжениях в сети электропитания;
- устойчивость работы при различных температурно-влажностных условиях воздушной среды;
- скорости изменения температуры и влажности воздуха в помещении при функционировании кондиционера.

С целью выявления влияния различных факторов на работу кондиционера специалистами ОАО "Машиностроительный завод" и ГП "Внешнеторговая фирма "Энергия" выполнено комплексное тестирование образцов серийно производимых кондиционеров сплит-системы "ЭЛЕМАШ" КБ2-2.20-РС и КБ2-3.20-РС.

Испытания проводили в соответствии с нормативными требованиями международных и отечественных стандартов [1, 6], при этом было применено следующее испытательное оборудование, аттестованное службами Госстандарта РФ:

- калориметрическая камера PSY CALORIMETER фирмы SUNIL OPTRON (Южная Корея);
- климатическая камера UC8-30/80 фирмы ANGELO-ANTONY (Италия);
- измеритель электрических параметров 2533E фирмы YOKOGAWA (Япония);
- стенд имитации электрических помех EMC-5000S фирмы NOISE LABORATORY (Япония);
- прибор имитации электростатических разрядов ESS-200AX фирмы NOISE LABORATORY (Япония);
- программируемый источник электропитания PPS-200 фирмы TIAC SISTEM (Южная Корея);
- регистратор температур MR-180 фирмы YOKOGAWA (Япония).

В процессе исследования зависимости калориметрических и энергетических показателей кондиционера от температуры и влажности воздуха поочередно изменялись следующие параметры: температура (−20...+50 °С) и относительная влажность наружного воздуха (30–96 %); температура (15...35 °С) и относительная влажность (30–85 %) воздуха в помещении. При проведении измерений регистрировали следующие показатели: холодо/теплопроизводительность Q (Вт), потребляемую мощность W (Вт), рабочую силу тока I (А), разность температур воздуха на входе и выходе внутреннего блока кондиционера Δt (°С). Перечисленные параметры были зафиксированы при работе во всех режимах, указанных в табл. 1. Результаты исследований калориметрических и энергетических характеристик кондиционера в зависимости от относительной влажности наружного воздуха, температуры и относительной влажности воз-

Таблица 1

Режим работы	Наружный воздух		Воздух в помещении	
	температура по сухому термометру, °С	относительная влажность, %	температура по сухому термометру, °С	относительная влажность, %
COOL	−7...+43	40	27	46
HEAT	−7...+43	87	20	59
COOL	35	30...96	27	46
HEAT	7	43...90	20	59
COOL	35	40	18...35	46
HEAT	7	87	15...27	53
COOL	35	40	27	30...85
HEAT	7	87	20	30...85

Таблица 2

Режим работы	Относительная влажность наружного воздуха, %	Результаты испытаний				
		Q, Вт	W, Вт	I, А	Q/W, Вт/Вт	Δt, °С
COOL	40	2040	755	3,64	2,70	13,36
COOL	50	1940	758	3,64	2,56	12,78
COOL	70	1950	758	3,62	2,57	12,60
COOL	96	1910	759	3,69	2,52	12,55
HEAT	43	2100	740	3,60	2,84	17,73
HEAT	70	2120	740	3,60	2,86	17,69
HEAT	90	2220	765	3,70	2,90	18,52

Таблица 3

Режим работы	Температура воздуха в помещении, °С	Результаты испытаний				
		Q, Вт	W, Вт	I, А	Q /W, Вт/Вт	Δ t, °С
COOL	18	1090	717	3,50	1,52	10,49
COOL	27	2070	752	3,61	2,75	13,34
COOL	35	2500	770	3,70	3,25	13,68
HEAT	15	2310	728	3,50	3,17	20,58
HEAT	20	2220	763	3,70	2,91	19,25
HEAT	27	1960	832	4,00	2,36	18,00

Таблица 4

Режим работы	Относительная влажность воздуха в помещении, %	Результаты испытаний				
		Q, Вт	W, Вт	I, А	Q /W, Вт/Вт	Δ t, °С
COOL	30	1800	740	3,60	2,43	14,59
COOL	46	2070	752	3,61	2,75	13,34
COOL	85	2380	770	3,70	3,09	7,46
HEAT	30	2220	770	3,70	2,88	19,79
HEAT	59	2230	763	3,70	2,91	19,25
HEAT	85	2260	760	3,70	2,97	18,46

духа в помещении и температуры наружного воздуха приведены соответственно в табл. 2, 3, 4 и на рис. 1.

С целью выявления скорости изменения температуры и влажности воздуха в помещении, где функционировал кондиционер, был выполнен ряд тестов, при которых непрерывно регистрировали изменения температуры воздуха в помещении по сухому и влажному термометрам. В процессе исследований кондиционер поочередно работал в режимах охлаждения (COOL), нагревания (HEAT) и осушения (DRY). Результаты выполненных исследований представлены на рис. 2 и 3.

Работа кондиционера во многом зависит от электрических параметров сети электропитания. Для выявления устойчивос-

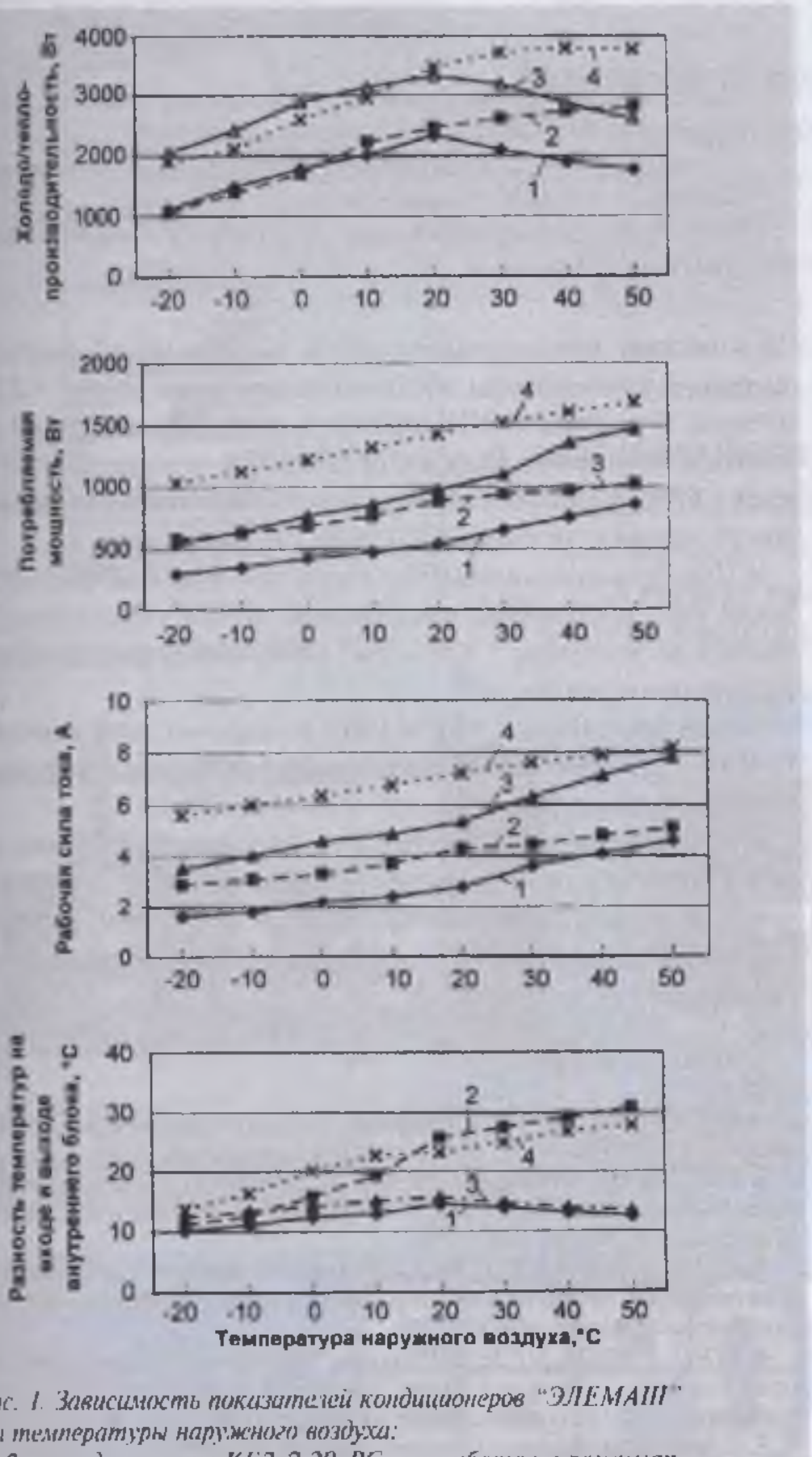


Рис. 1. Зависимость показателей кондиционеров "ЭЛЕМАШ" от температуры наружного воздуха:
1, 2 – кондиционеры КБ2-2.20-РС при работе на режимах соответственно COOL и HEAT; 3, 4 – кондиционеры КБ2-3.20-РС при работе на режимах соответственно COOL и HEAT

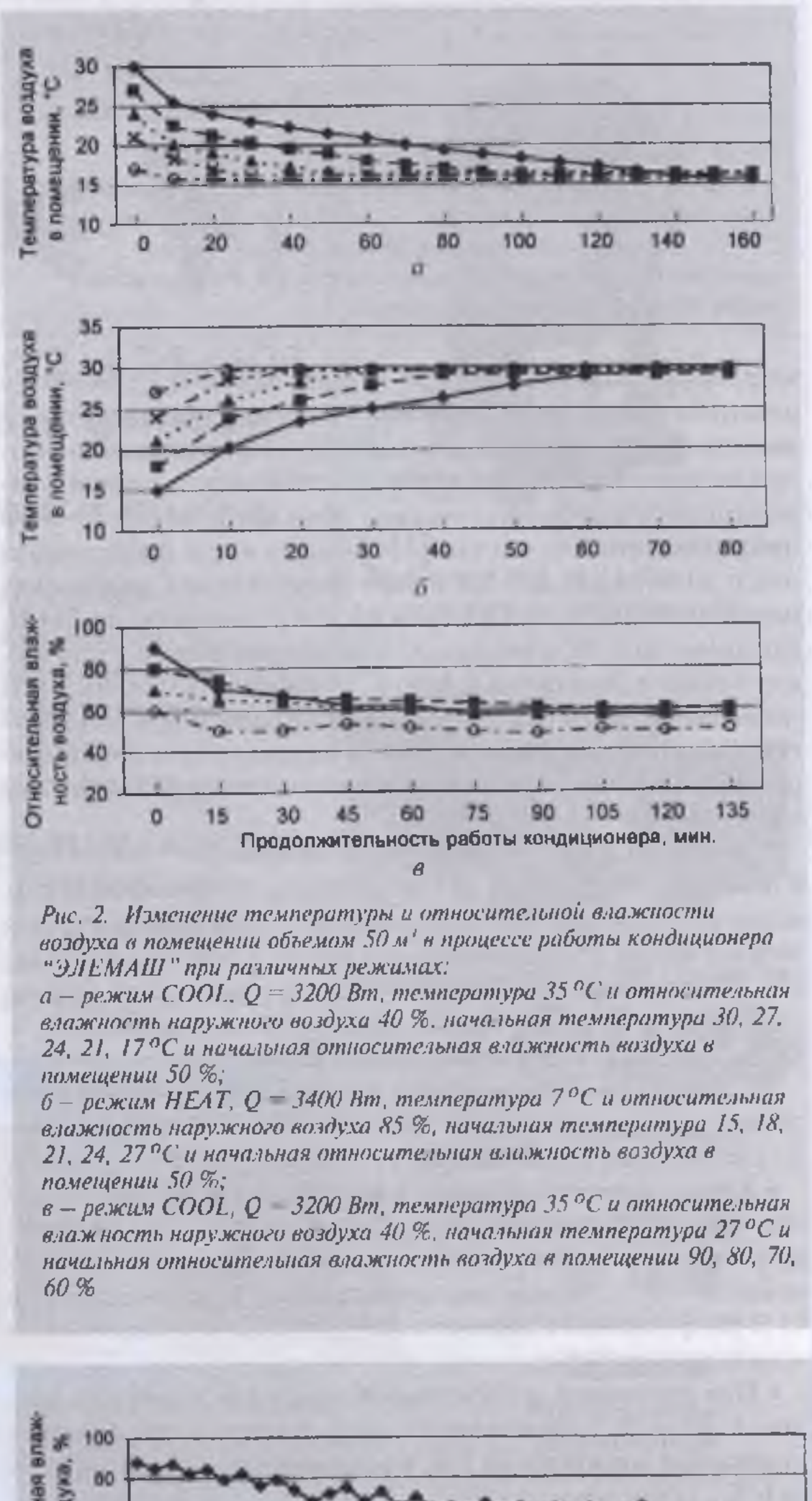


Рис. 2. Изменение температуры и относительной влажности воздуха в помещении объемом 50 м³ в процессе работы кондиционера "ЭЛЕМАШ" при различных режимах:
а – режим COOL, Q = 3200 Вт, температура 35 °С и относительная влажность наружного воздуха 40 %, начальная температура 30, 27, 24, 21, 17 °С и начальная относительная влажность воздуха в помещении 50 %;
б – режим HEAT, Q = 3400 Вт, температура 7 °С и относительная влажность наружного воздуха 85 %, начальная температура 15, 18, 21, 24, 27 °С и начальная относительная влажность воздуха в помещении 50 %;
в – режим COOL, Q = 3200 Вт, температура 35 °С и относительная влажность наружного воздуха 40 %, начальная температура 27 °С и начальная относительная влажность воздуха в помещении 90, 80, 70, 60 %

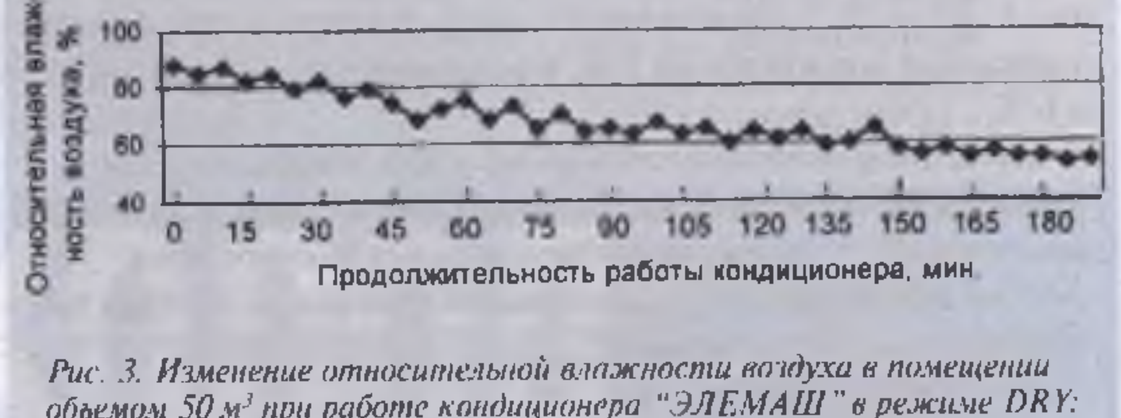


Рис. 3. Изменение относительной влажности воздуха в помещении объемом 50 м³ при работе кондиционера "ЭЛЕМАШ" в режиме DRY: температура 35 °С и относительная влажность наружного воздуха 40 %, начальная температура 27 °С и начальная относительная влажность воздуха в помещении 90 %

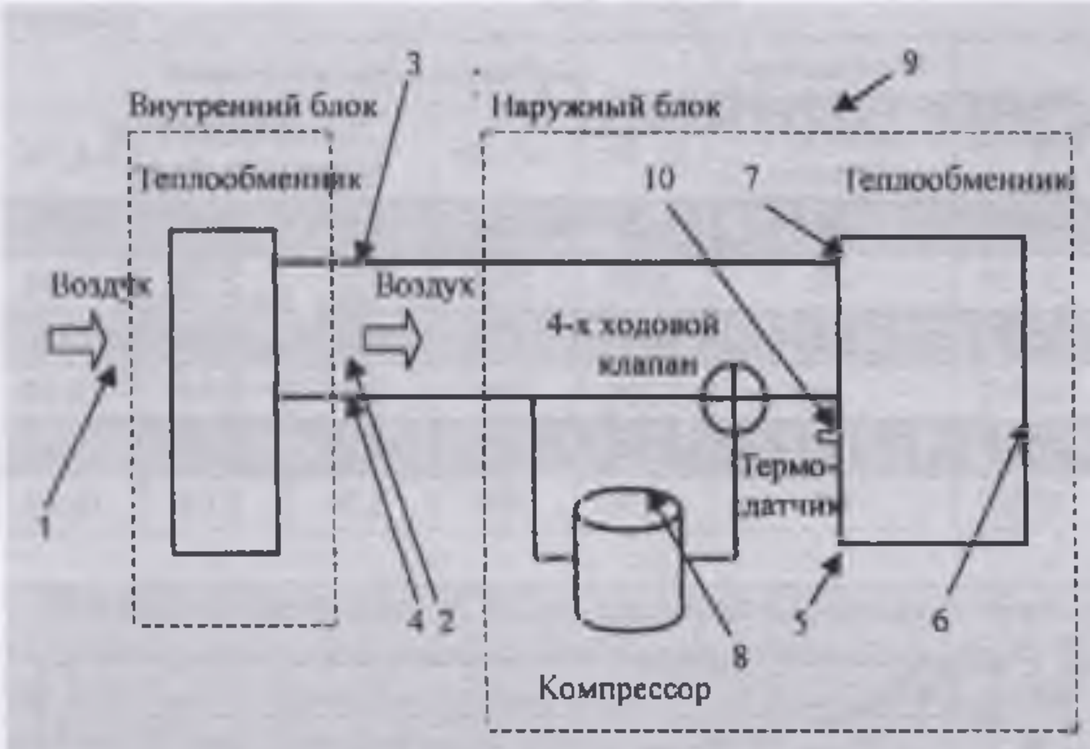


Рис. 4. Точки измерения температур:
1, 2 – воздух на входе и выходе внутреннего блока кондиционера;
3, 4 – стенки соответственно жидкостной и газовой трубок;
5, 6, 7 – соответственно верхняя, средняя и нижняя части теплообменника; 8 – верхняя часть компрессора; 9 – наружный воздух; 10 – поверхность термодатчика

ти работы кондиционера при нестабильном напряжении в электросети и наличии различного вида электрических помех выполнен комплекс специальных тестов. При проведении данных исследований контролировали устойчивость работы и калориметрическо-энергетические показатели кондиционера при наносекундных импульсных помехах в сети электропитания с амплитудой до 1700 В, при динамических изменениях напряжения питания (провалы до 150 В, выбросы до 264 В, перерывы до 0 В), а также при воздействии электростатических разрядов (контактные 8000 В, воздушные 15 000 В). Была также проверена устойчивость запуска и работы при пониженном (170 В) и повышенном (265 В) напряжении в сети электропитания. Были зафиксированы положительные результаты тестирования.

Для оценки адаптированности кондиционеров "ЭЛЕМАШ" к особенностям условий их эксплуатации при различной температуре наружного воздуха проведены замеры температур различных частей кондиционера при работе в режимах охлаждения и нагревания в диапазоне температур наружного воздуха –30...+30 °С. Точки измерения температур показаны на рис. 4. Результаты испытаний представлены на рис. 5.

По результатам комплексного тестирования кондиционеров сплит-системы "ЭЛЕМАШ" КБ2-2.20-РС и КБ2-3.20-РС можно сделать следующие выводы.

• Кондиционеры сохраняют устойчивый режим работы при отрицательной наружной температуре воздуха. Однако при этом эффективность работы снижается: при температуре наружного воздуха –15 °С холодопроизводительность уменьшается до 65 % по сравнению с паспортными данными, теплопроизводительность – до 70 %.

• При изменении относительной влажности наружного воздуха от 40 до 90 % производительность кондиционера в режиме охлаждения снижается на 5 %, в режиме нагревания возрастает на 6 %.

• С ростом комнатной температуры при постоянных параметрах наружного воздуха холодопроизводительность кондиционера возрастает, а теплопроизводительность снижается.

• При повышенной относительной влажности воздуха в помещении производительность кондиционера возрастает в режимах COOL и HEAT.

• При функционировании кондиционера КБ2-3.20-РС в помещении объемом 50 м³ в режиме COOL средняя скорость снижения комнатной температуры составляет ~ 1,3 °С за

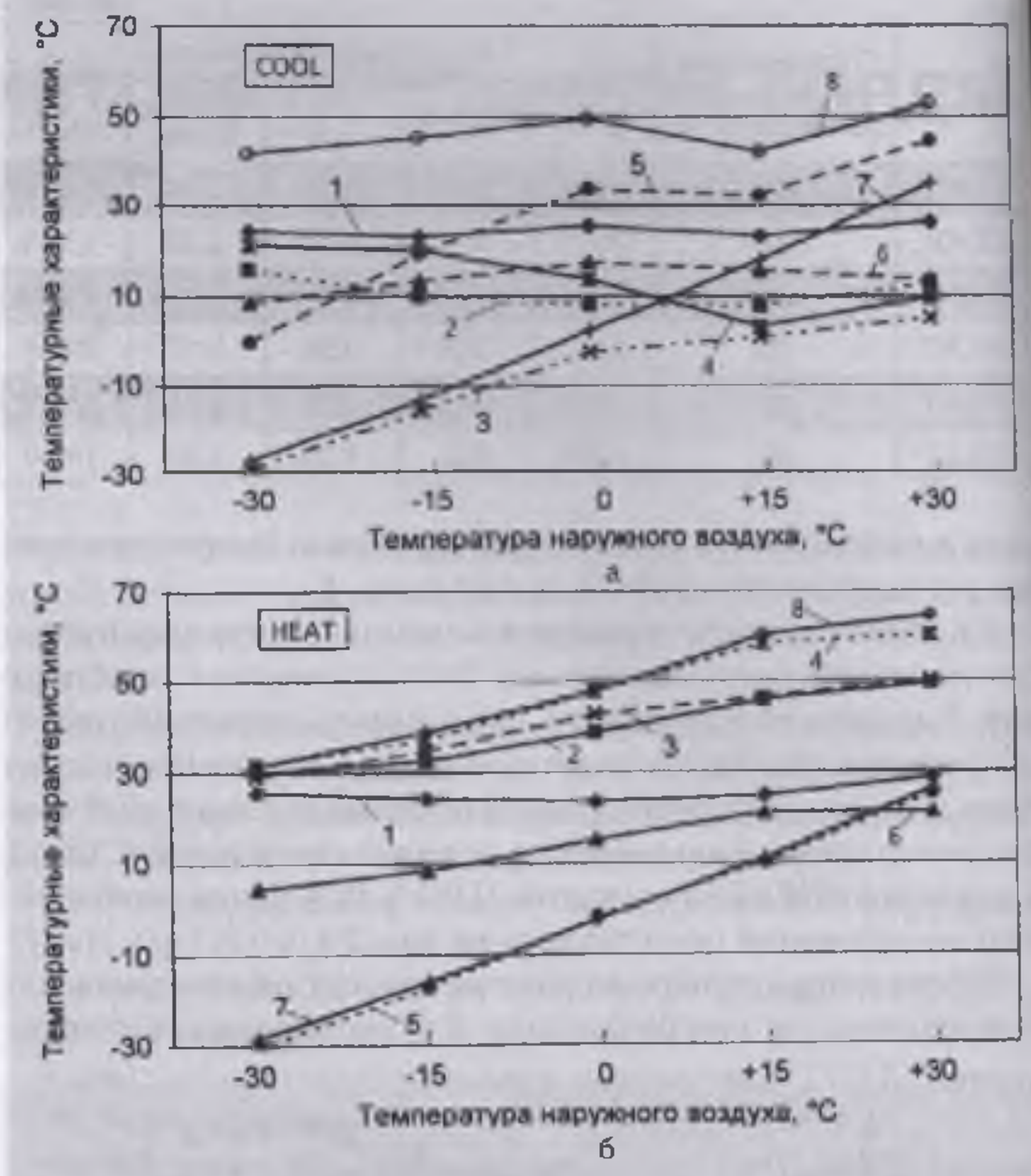


Рис. 5. Зависимости от температуры наружного воздуха в режимах COOL (а) и HEAT (б) следующих параметров:
1 – температуры воздуха в помещении; 2–5, 7, 8 – температур, измеренных в точках, соответствующих обозначениям на рис. 4; 6 – разности температур воздуха на входе и выходе внутреннего блока теплообменника

10 мин; при функционировании в режиме HEAT скорость повышения температуры воздуха в помещении равна ~ 2,0 °С за 10 мин. В режиме COOL одновременно с охлаждением происходит и изменение влажности воздуха в помещении до значений ~ 55 %. Средняя скорость изменения относительной влажности воздуха составляет ~ 2 % за 10 мин работы.

• При функционировании кондиционера КБ2-3.20-РС в режиме DRY абсолютная влажность воздуха в помещении уменьшается до значения ~ 0,01 кг/м³, относительная влажность воздуха изменяется до 55 %.

• Кондиционеры "ЭЛЕМАШ" устойчиво запускаются и работают без каких-либо отклонений от заданной программы при напряжении в электрической сети 170...260 В.

• Результаты комплексного тестирования электропомехоустойчивости кондиционеров выявили высокую степень устойчивости к импульсным помехам, динамическим изменениям сетевого напряжения и воздействию электростатических разрядов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *ГОСТ 26963–86.* Кондиционеры бытовые автономные. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1986.

2. *ГОСТ 29156–91* (IEC 801-4–88). Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Технические требования и методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1995.

3. *ГОСТ 29191–91* (IEC 801-2–91). Устойчивость к электростатическим разрядам. Технические требования и методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1992.

4. *ГОСТ Р 50627–93.* Устойчивость к динамическим изменениям напряжения сети электропитания. Технические требования и методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1994.

5. *Строительные* нормы и правила СНиП 2.04.05–91 *. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. – М.: ГУЛ ЦПП, 1998.

6. *ISO 5151.* Non-ducted air conditioners and heat pumps – Testing and rating for performance. International Standard, 1994.

ПРОДУКЦИЯ МОСКОВСКОГО ЗАВОДА "КОМПРЕССОР"

Канд. техн. наук **М.А.СИЛЬМАН**

ЕМКОСТНАЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ АППАРАТУРА

Заводом выпускается широкий спектр емкостной и вспомогательной аппаратуры, используемой для повышения энергетической эффективности холодильных машин и установок, а также для обеспечения их стабильной и безопасной работы. В состав аппаратуры входят: отделители жидкости, промежуточные сосуды, маслоотделители, маслозаправочные сосуды (маслосборники), ресиверы, жидкостные фильтры и др.

ОТДЕЛИТЕЛИ ЖИДКОСТИ

Отделители жидкости (рис. 1) предназначены для улавливания капель жидкости, содержащихся в парах хладагента. Для предотвращения попадания в компрессор жидкости вместе с всасываемыми парами хладагента отделитель жидкости устанавливают между испарительной системой и компрессором. При использовании отделителя жидкости для питания хладагентом испарительной системы исключается попадание пара в охлаждающие аппараты и обеспечивается заполнение их жидкостью, что способствует повышению интенсивности теплообмена. Основные технические характеристики отделителей жидкости даны в табл. 1.

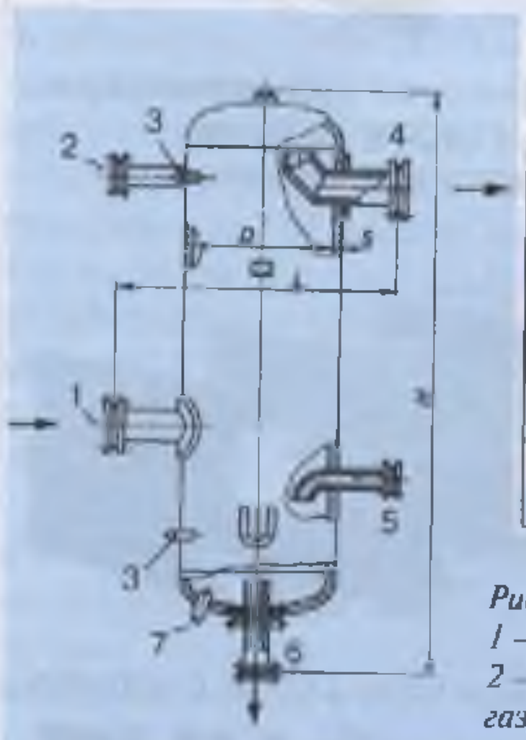


Рис. 1. Отделитель жидкости:
1 – подвод парожидкостной смеси;
2 – штуцер уравнительной линии (по газу); 3 – штуцеры для ПРУ;
4 – отвод пара; 5 – подвод жидкости;
6 – отвод жидкости; 7 – спуск масла

Таблица 1

Основные технические характеристики отделителей жидкости

Марка	Размеры, мм			Объем, м³	Масса, кг
	D×S	B	H		
70ОЖВ	426×9	780	1725	0,18	185
100ОЖГ	500×8	965	2060	0,33	244
125ОЖГ	600×8	1075	2100	0,49	310
150ОЖГ	800×8	1275	2710	1,15	540
200ОЖГ	1000×10	1480	2815	1,83	940
250ОЖМ	1000×10	1565	2935	1,84	960
300ОЖМ	1200×12	1780	3045	2,73	1370

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ СОСУДЫ

Промежуточные сосуды (рис. 2) применяют в двухступенчатых аммиачных холодильных машинах и установках для охлаждения пара перед второй ступенью сжатия и переохлаждения жидкости после конденсатора. Это позволяет снизить расход электроэнергии на производство холода. Основные технические характеристики выпускаемых заводом промежуточных сосудов даны в табл. 2.

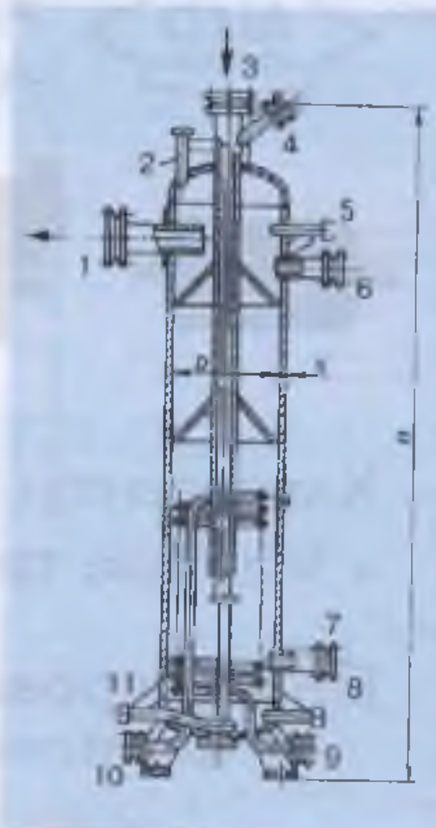


Рис. 2. Промежуточный сосуд:
1 – выход паров к ступени высокого давления;
2 – штуцер для установки ПК; 3 – подвод паров от ступени низкого давления; 4 – вход жидкого хладагента; 5 – штуцер для манометра; 6 – уравнительная паровая линия;
7 – уравнительная жидкостная линия;
8 – выход жидкого аммиака; 9 – вход жидкого аммиака; 10 – выход жидкого аммиака; 11 – спуск масла

Таблица 2

Основные технические характеристики промежуточных сосудов

Марка	Размеры, мм		Объем, м³	Масса, кг
	D×S	H		
40ПС3	426×9	2390	0,22	330
60ПС3	600×6	2800	0,67	570
80ПС3	800×6	2920	1,15	800
100ПС3	1000×8	2940	1,85	1230
120ПС3	1200×10	3640	3,3	1973

МАСЛООТДЕЛИТЕЛИ

Маслоотделители (рис.3) в холодильных машинах и установках служат для улавливания масла, уносимого хладагентом из компрессора. Применение маслоотделителя позволяет повысить эффективность теплообменных аппаратов установки, работающих на ограниченно растворяющихся в маслах хладагентах (R717, R22 и пр.).

По принципу действия маслоотделители делятся на два основных типа: инерционные (М, МА) и барботажные (ОММ). Заводом изготовляются также фреоновые центробежные маслоотделители типа ЦМО. В табл. 3

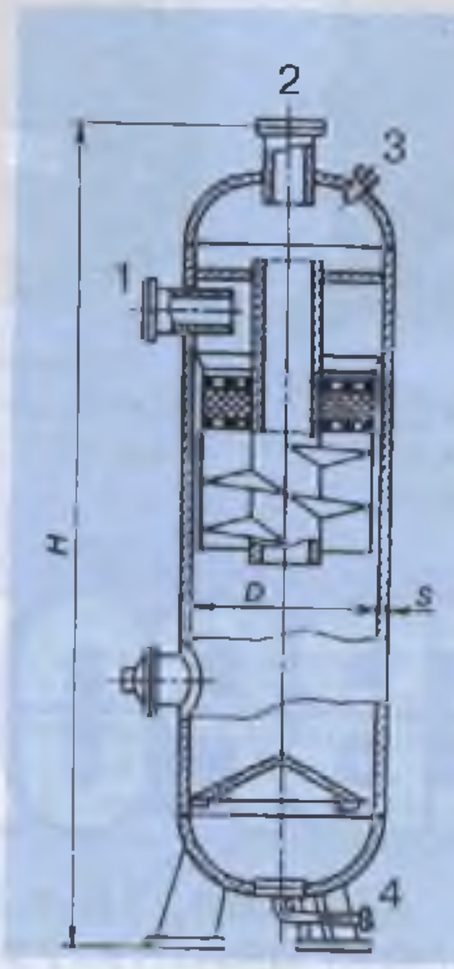


Рис. 3. Маслоотделитель:
1 – вход паров аммиака; 2 – выход паров аммиака; 3 – штуцер для установки ПК;
4 – спуск масла

Таблица 3

Основные технические характеристики маслоотделителей

Марка	Размеры, мм		Объем, м³	Масса, кг
	D×S	H		
50МА	273×8	1335	0,043	98
80МА	325×9	1440	0,065	139
100МА	426×9	1760	0,173	220
125М	500×6	1945	0,278	256
150М	600×8	2305	0,492	403
200М	700×8	2410	0,707	535
300М	1200×12	3555	3,3	1780
100ОММ	426×9	1850	0,174	223
125ОММ	500×6	2125	0,32	275
150ОММ	600×8	2650	0,78	359
200ОММ	700×8	2750	0,83	520
65МО	325×9	1100	0,063	108
100МО	325×9	1100	0,063	130
80ЦМО	500×6	1210	0,17	158
2ЦМО100	600×8	1690	0,14	228

*Продолжение. Начало см. ХТ, № 7, 8, 9, и 10, 2000.

даны основные технические характеристики выпускаемых заводом маслоотделителей.

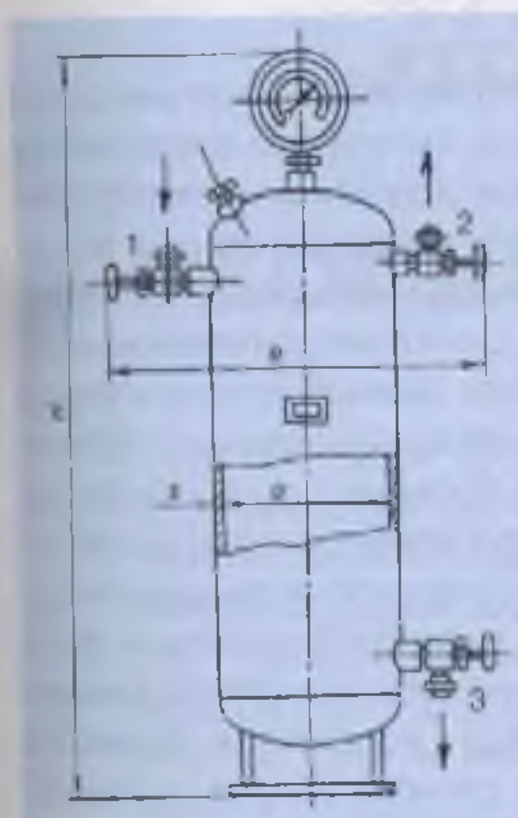


Рис. 4. Маслозаправочный сосуд:
1 – вход маслоаммиачной смеси;
2 – отвод паров аммиака во всасывающую линию;
3 – слив масла

Таблица 4

Основные технические характеристики маслозаправочных сосудов

Марка	Размеры, мм			Объем, м³	Масса, кг
	D×S	*B*	*H*		
10МЗС	159×4,5	480	720	0,01	16
60МЗС	325×8	645	1200	0,06	81

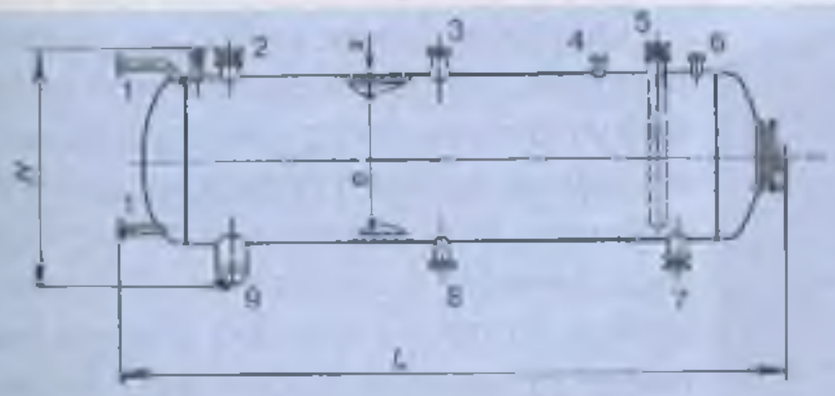


Рис. 5. Аммиачный дренажный ресивер типа РД:
1 – к указателю уровня; 2 – вход жидкого аммиака; 3 – патрубок для уравнительной паровой линии; 4 – патрубок для установки ПК; 5 – отвод жидкого аммиака; 6 – патрубок для выпуска воздуха; 7 – отвод жидкого аммиака к циркуляционному насосу; 8 – патрубок для отвода жидкости к прибору; 9 – слив масла

Таблица 5

Основные технические характеристики горизонтальных ресиверов

Марка	Размеры, мм			Объем, м³	Масса, кг
	D×S	*L*	*H*		
0,75РД	600×6	3130	1000	0,77	340
1,5РД	800×8	3730	1220	1,65	670
2,5РД	800×8	5730	1220	2,49	990
3,5РД	1000×8	4830	1430	3,41	1160
5РД	1200×10	5430	1640	5,58	1835
РУФ1	688×8	3680	1300	1,0	470

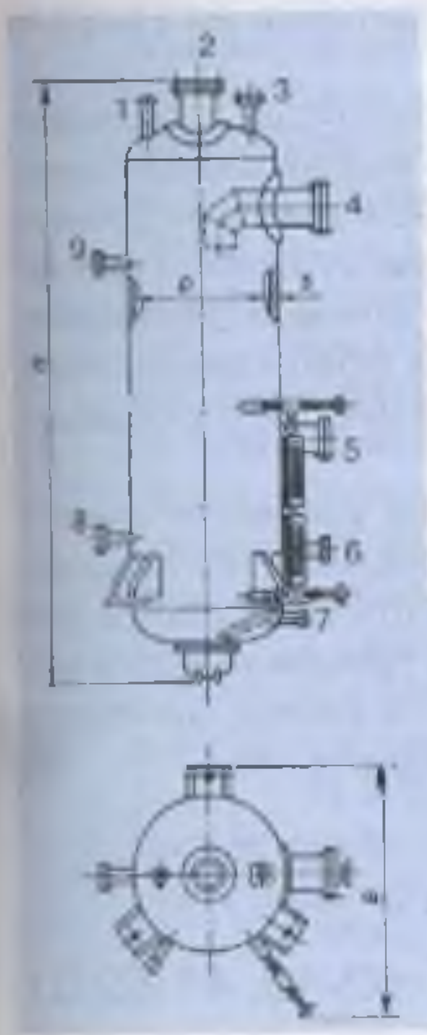


Рис. 6. Аммиачный дренажный ресивер типа РДВ:
1 – патрубок для установки ПК;
2 – выход паров аммиака; 3 – к дренажной линии отпаивания; 4 – вход паров аммиака; 5 – вход жидкости;
6 – подвод жидкости от регулирующей станции; 7 – слив масла;
8 – к уравнительной жидкостной линии;
9 – к уравнительной паровой линии

Таблица 6

Основные технические характеристики вертикальных ресиверов

Марка	Размеры, мм			Объем, м³	Масса, кг
	D×S	*L*	*H*		
1,5РДВ	800×8	1110	3300	1,4	680
2,5РДВ	1000×8	1270	3900	2,7	1175
3,5РДВ	1200×10	1440	3500	3,4	1470
5РДВ	1200×10	1440	4500	4,5	1770
1,5РЦВ	800×8	1110	4580	1,5	784
2,5РЦВ	1000×8	1270	5200	2,75	1320
3,5РЦВ	1200×10	1440	4820	3,45	1615
5РЦВ	1200×10	1440	5820	4,56	1938

МАСЛОЗАПРАВОЧНЫЕ СОСУДЫ

Маслозаправочные сосуды, или маслосборники (рис. 4), предназначены для слива масла из аппаратов холодильной установки и его последующего удаления из системы. Заводом выпускаются маслозаправочные сосуды двух типоразмеров – 10МЗС и 60МЗС, основные технические характеристики которых даны в табл. 4.

РЕСИВЕРЫ

В холодильных установках ресиверы служат емкостями для жидкого хладагента. Заводом выпускаются аммиачные ресиверы как дренажные – горизонтальные типа РД (рис. 5) и вертикальные типа РДВ (рис. 6), так и циркуляционные вертикальные типа РЦВ, а также фреоновый ресивер РУФ1. Основные технические характеристики этих аппаратов даны в табл. 5 и 6.

ЖИДКОСТНЫЕ ФИЛЬТРЫ

Жидкостные фильтры типа Ф (рис.7) предназначены для защиты от загрязнений приборов автоматики, через которые жидкий хладагент поступает в сосуды холодильной установки. Заводом выпускаются фильтры шести типоразмеров. Их основные технические характеристики даны в табл. 7.

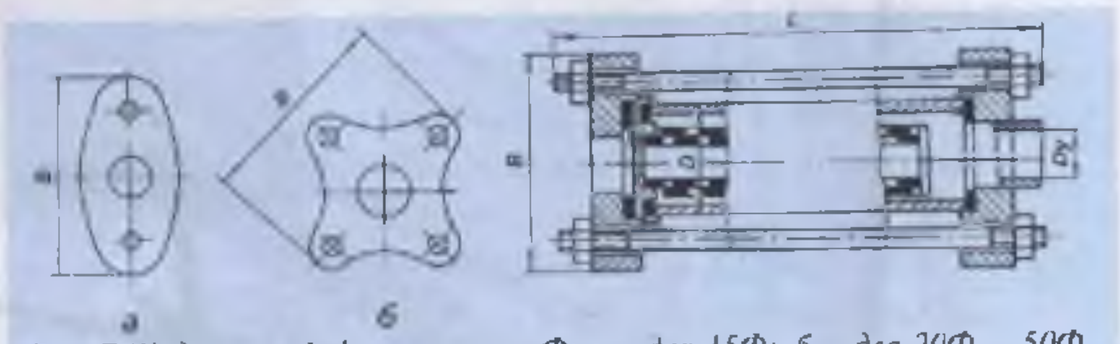


Рис. 7.Жидкостный фильтр типа Ф: а – для 15Ф; б – для 20Ф ... 50Ф

Таблица 7

Основные технические характеристики жидкостных фильтров

Марка	Условный проход *Dy*, мм	Размеры, мм		Масса, кг
		L	*B*	
15Ф	15	180	100	1,9
20Ф	20	220	112	3,4
25Ф	25	220	112	3,3
30Ф	32	220	112	3,2
40Ф	40	280	160	8,2
50Ф	50	280	160	7,8

Заводом изготовляются также воздухосборники объемом 3,5 и 5 м³ (В3,5 и В5,0)на рабочее давление 0,8 МПа.

По отдельным заказам возможны также разработка и изготовление аппаратов с техническими характеристиками, отличными от приведенных выше.

Все выпускаемые заводом емкостные и вспомогательные аппараты отвечают требованиям действующих нормативных документов и сертифицированы в системе ГОСТ Р Сертификационным центром НП "СЦ НАСТХОЛ".

Для получения более подробной информации о технических характеристиках машин конкретных типоразмеров, а также об условиях заказа и ценах следует обращаться непосредственно на завод.

Адрес: 111024, Москва, 2-я ул. Энтузиастов, д. 5.
Зам. директора по производству – тел. 273-5630, факс – 273-1179
Отдел сбыта – тел./факс 273-3730, тел.273-5741
Группа маркетинга – тел. 273-3373, факс 273 3730
Конструкторский отдел – тел./факс 273-5197, тел. 273-3313, 273-5817
Отдел сервисного обслуживания – тел./факс 273-1448

Окончание в следующем номере

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гмирьова

В русле самых современных решений

Фирма «УралХолод» была создана в Екатеринбурге в 1996 г. группой специалистов по проектированию, эксплуатации, монтажу и наладке холодильных установок, работающих на аммиаке и фреонах. Фирма обслуживает в основном предприятия перерабатывающей промышленности, приборостроения, машиностроения, сельского хозяйства, торговли в областях Уральского региона.

Относительные габариты аммиачных конденсаторов: используемого ранее и нового пластинчатого фирмы «Альфа Лаваль» (г. Тюмень). Автор и исполнитель проекта – компания «УралХолод».

Основным направлением при выполнении проектных и монтажно-наладочных работ аммиачных установок является приведение системы в соответствие с новыми Правилами техники безопасности, максимальное снижение аммиакоемкости (в десятки раз) за счет использования пластинчатых теплообменных аппаратов (при работе на промежуточных хладоносителях) и воздухоохладителей (в системах непосредственного охлаждения камер хранения), надежной защиты и регулирующей автоматики. Например, на Курганском молочном комбинате проектом предусмотрено снижение аммиакоемкости с 20 т до 450 кг.

При проведении работ по реконструкции действующей аммиачной холодильной установки заказчику предлагается два варианта: вариант переоснащения современным теплообменным емкостным оборудованием и автоматикой существующей установки и вариант замены аммиачной установки на фреоновую. Первый вариант обходится в 2–2,5 раза дешевле второго.

«УралХолод» обеспечивает полную комплектацию объекта необходимым оборудованием и автоматикой. В частности, пластинчатые теплообменные аппараты и воздухоохладители поставляет компания Alfa Laval. Преимущества пластинчатых конденсаторов и испарителей перед кожухотрубными неоспоримы: высокая эффективность, малые габариты и масса, долговечность (изготовлены из нержавеющей стали или титана), удобство в ремонте. К тому же стоимость пластинчатых конденсаторов на 15–20 % ниже.

Кроме того, «УралХолод» производит поставку и монтаж воздухоохладителей, сборных холодильных камер любой емкости, модернизацию существующих холодильных камер с заменой теплоизоляции, комплектует их фреоновыми сплит-системами ведущих мировых производителей.

Большое внимание уделяется энергосберегающим технологиям – использованию естественного холода в зимнее время для охлаждения промежуточного хладоносителя, воздуха камер, бросового тепла для нагрева воды и т.п.

УралХолод

Россия, 620041, Екатеринбург, ул. Основинская, 15А. Тел./факс: (3432) 41-62-10, 41-62-31

18

TECHNOBLOCK
на мясоперерабатывающих предприятиях

В настоящее время все холодильное оборудование, продаваемое на российском рынке, условно можно разделить на оборудование для централизованной и децентрализованной систем холодоснабжения. Преимущества и недостатки этих систем в основном и определяют область применения соответствующего оборудования.

Фирма TECHNOBLOCK (Италия) – один из лидеров по производству холодильного оборудования в моноблочном и библочном исполнении, которое является основой децентрализованной системы холодоснабжения. Анализ структуры продаж за 7 лет присутствия на российском рынке фирмы TECHNOBLOCK выявил, с одной стороны, широкий спектр применения ее агрегатов, а с другой – позволил определить основные "ниши", где их использование наиболее эффективно. Одной из таких областей являются мясоперерабатывающие предприятия.

Мясоперерабатывающие предприятия, где эксплуатируется холодильное оборудование фирмы TECHNOBLOCK (Италия)

Предприятие	Область применения оборудования
Коломенский колбасный завод (Москва)	Хранение сырья и готовой продукции; на всех стадиях технологического процесса
Лианозовский колбасный завод (Москва)	Хранение сырья и готовой продукции; на всех стадиях технологического процесса
ООО ТП "Мортадель" (Московская обл.)	Хранение сырья и готовой продукции; на всех стадиях технологического процесса
ЗАО "Рублевские колбасы и деликатесы" (Москва)	Осадка, созревание фарша, низкотемпературное хранение сырья, промышленное кондиционирование
ЗАО "Колбасы и деликатесы Сетунь" (Москва)	Охлаждение колбас, хранение сырья и готовой продукции, кондиционирование производственных помещений
ЗАО "Колбасы и деликатесы Софрино" (Московская обл.)	Низкотемпературное хранение сырья
ООО "Хоту-АС" (мясоперерабатывающий завод) (Якутск)	На всех стадиях технологического процесса
Нижневартовский мясокомбинат (Нижневартовск)	Хранение охлажденного и замороженного сырья, замораживание и хранение полуфабрикатов
Калужский мясокомбинат (Калуга)	Охлаждение колбас, хранение готовой продукции
Тамбовский мясокомбинат (Тамбов)	Охлаждение колбас, замораживание и хранение мясного сырья
Волжский мясокомбинат (Волжск, Марий Эл)	Охлаждение колбасных изделий, хранение, охлаждение и замораживание мясного сырья
ЗАО "Русские колбасы" (Московская обл.)	На всех стадиях технологического процесса
ООО "Митэкс плюс" (колбасный цех) (Москва)	Промышленное кондиционирование
Сургутский мясокомбинат (Сургут)	Охлаждение колбас и цехов колбасного производства

Опыт эксплуатации показывает, что практически не существует ни одного процесса на мясоперерабатывающем предприятии, происходящего с использованием холода, где нельзя было бы применить оборудование фирмы TECHNOBLOCK (см. схему). Это объясняется структурой производства, располагающей большим числом холодильных камер и цехов с широким диапазоном температурно-влажностных режимов и тепловых нагрузок. Для такой структуры производства целесообразно применять децентрализованную систему холодоснабжения, эффективность которой может быть обеспечена моно- и библочным оборудованием, имеющим явные преимущества по сравнению с централями (см. схему). На наш взгляд, основные из них следующие: возможность создания независимых температурных режимов в отдельных камерах, высокий КПД холодильной системы в целом, отсутствие постоянного обслуживающего персонала, надежность оборудования. Очевидно, что любая фирма декларирует надежность своего оборудования, но только фирма TECHNOBLOCK подтверждает эту декларацию гарантией на 2 года на все поставляемое оборудование.

Примером комплексного применения холодильного оборудования фирмы TECHNOBLOCK в производстве мясопродуктов могут служить ООО ТП "МОРТАДЕЛЬ" (г. Пушкино, Московская обл.), ООО "ХОТУ-АС" (г. Якутск), Лианозовский колбасный завод и колбасный завод «Коломенский» (г. Москва).

ООО ТП "МОРТАДЕЛЬ" – относительно молодое, динамично и постоянно развивающееся производство. За последние годы им значительно расширен ассортимент выпускаемой продукции и увеличены объемы ее выпуска.

В основе успешной работы предприятия – высокопрофессиональный подход руководства к решению организационных проблем, базирующийся на грамотном использовании последних достижений в области техники и технологии, в том числе и холодильной.

Оборудование фирмы TECHNOBLOCK обеспечивает потребность в холоде на всех стадиях технологического процесса. Охлаждение воздуха в производственных помещениях осуществляется холодидильными агрегатами моделей: IBM2000, CBM500, CBM301 и CBM200. В камере посола и созревания установлен библок IBM2000. Для создания необходимого микроклимата в камере сушки сырокопченых колбас применяются компрессорно-конденсаторные блоки UIM320, UIM520, UIM1020, UIM2500 с автоматикой, позволяющей строго регулировать температурно-влажностные параметры воздуха. Предприятие выпускает более 5 т пельменей в смену, замораживание которых происходит с помощью двух низкотемпературных агрегатов IBB1500. В новом строящемся холодильнике на 1000 т предусмотрена децентрализованная система холодоснабжения на базе низкотемпературных агрегатов IBB3000.

ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ФИРМЫ TECHNOBLOCK (ИТАЛИЯ)

(ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ)

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- √ Повышенная надежность благодаря высокой степени заводской готовности оборудования к эксплуатации и серийности его производства;
- √ Высокий уровень комплектации, автоматически обеспечивающий оптимальные режимы работы холодильного агрегата и надежную степень защиты компрессора в экстремальных условиях;
- √ Строго регламентируемое потребление электроэнергии, связанное с автономностью работы холодильных камер;
- √ Независимость температурных режимов в отдельных камерах;
- √ Отсутствие постоянно обслуживающего персонала;
- √ Максимальное сокращение потребления воды в связи с использованием воздушных конденсаторов;
- √ Высокий КПД холодильной системы, обусловленный минимальной протяженностью коммуникаций и применение в камерах воздухоохладителей непосредственного охлаждения
- √ Отсутствие машинных залов.

МОНОБЛОКИ
БИБЛОКИ
КОМПРЕССОРНО-КОНДЕНСАТОРНЫЕ АГРЕГАТЫ
(Комплектация: BITZER, MANEUROP, DANFFOS, SIEMENS, антисолевое исполнение воздухоохладителей)

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НА МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

I. ОХЛАЖДЕНИЕ, ЗАМОРАЖИВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ

- Мясное сырье (полутуши, блоки)
- Мясопродукты (колбасные изделия, консервы, деликатесные продукты)
- Птица, птицепродукты

II. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСОПРОДУКТОВ

- Воздушная дефростация
- Обвалка мяса
- Посол, созревание мясного сырья
- Охлаждение и осадка колбасных изделий
- Сушка колбас
- Производство пельменей
- Массирование, тумблирование
- Охлаждение производственных помещений

III. ОХЛАЖДЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ

- Техническая вода (промежуточный хладагент)
- Технологическая вода (для непосредственного охлаждения мясопродуктов)

ООО"ХОТУ-АС" – также перспективно развивающееся предприятие, чему в немалой степени способствует грамотная техническая политика руководства. Потребность всех технологических процессов в холоде обеспечивается агрегатами фирмы TECHNOBLOCK. Технологический цех охлаждается среднетемпературным библоком IBM2002 с двумя воздухоохладителями. В условиях резко континентального климата, когда температура наружного воздуха может достигать 35...40 °С, поддержание необходимой температуры сырья в процессе переработки является обязательным условием получения качественного готового продукта. Режимы созревания обеспечиваются сплит-системами CBM301 и CBM500, а посола – IBM1000. Пельмени и мясные полуфабрикаты замораживаются с помощью агрегата CBB1000. Для хранения готовой продукции используется практически вся гамма коммерческого оборудования. В этом году освоено производство полукопченой колбасы (500 кг/сут). Процесс сушки технически реализован с помощью моноблока PTC150, позволяющего автоматически регулировать и контролировать температурно-влажностные параметры воздуха. В связи с тем что эксплуатация холодильного оборудования на мясоперерабатывающих предприятиях сопряжена с действием агрессивных сред (соль, влага и другие химические компоненты), фирма по желанию заказчика может предусматривать антисолевое исполнение воздухоохладителей.

В этом году на предприятии на стадии охлаждения вареных колбас, сосисок и сарделек после термической обработки внедрена система их душирования холодной водой. Инженерная проработка, подбор оборудования, монтаж и пусконаладка системы осуществлены специалистами фирмы "Техноблок". Непрерывнодействующая установка, состоящая из компрессорно-конденсаторного блока UIM2000, пластинчатого теплообменника, промежуточного бака, насосов, системы форсунок и средств автоматики, позволяет независимо от начальной температуры воды, которая сезонно может колебаться от 12 до 20 °С, получать воду с температурой 4...6 °С. Внедрение данной системы существенно сократило по сравнению с чисто воздушным способом продолжительность процесса охлаждения колбас и позволило выйти на регламентирующие технологические параметры, гарантирующие высокое качество продукции.

Лианозовский колбасный завод и **колбасный завод "Коломенский"** также могут быть примерами эффективного использования холодильного оборудования фирмы TECHNOBLOCK. Оба предприятия в свое время отказались от громоздкой рассольной системы холодоснабжения производственных цехов. Сегодня холодоснабжение полностью осуществляется автономными библоками. Замена централизованной рассольной системы холодоснабжения на автономное оборудование фирмы TECHNOBLOCK позволила заводам расширить производственные площади за счет использования помещения, где располагалось старое компрессорное отделение. В цифрах эффективность применения децентрализованной системы, например, на Лианозовском заводе выразилась следующим образом: установленная электрическая мощность снизилась на 77 кВт, уменьшился месячный расход электроэнергии на 9000 кВт·ч и охлаждающей воды на 500 м^3. Высвободилось более 160 м^2 производственной площади.

Со всеми предприятиями у фирмы налажены тесные профессиональные контакты на постоянной основе, что позволяет оперативно решать задачи, связанные с работой действующего оборудования, а также вопросы перспективного развития.

Фирма «ТЕХНОБЛОК»
Москва, 123610, Краснопресненская наб., 12, Совинцентр, гост. «Международная-2», офис 720
Тел/факс: (095) 258-1303, 258-2236, 258-2237, 258-2262
E-mail: technoblock@cityline.ru

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМБИНАТ
СНЕГ®

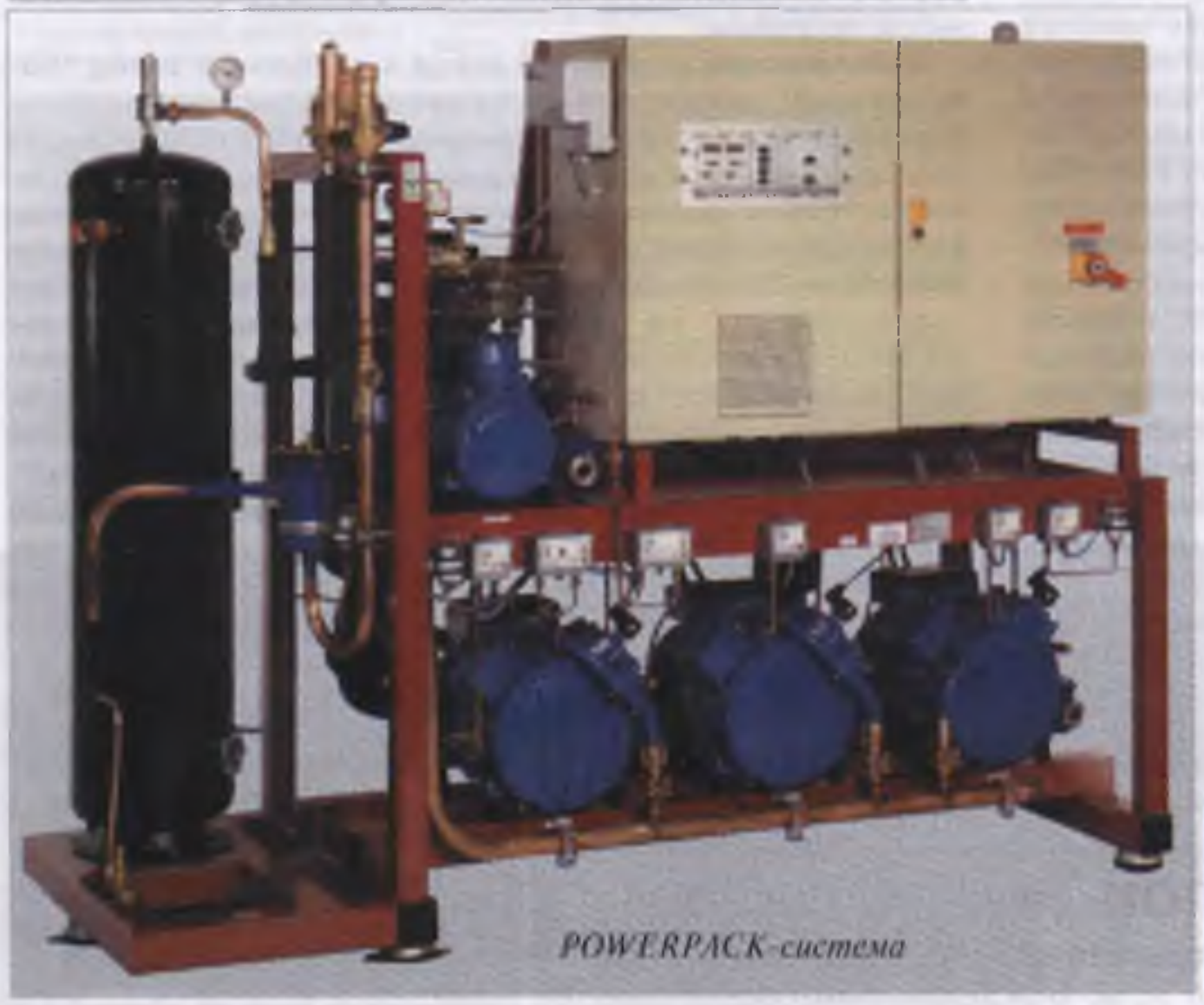
НОВОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МИНИ- И СУПЕРМАРКЕТОВ

В настоящее время продолжаются дискуссии об эффективности различных форматов и типов магазинов розничной и мелкооптовой торговли, продуктовых магазинов, мини-, супер- и мегамаркетов. Наибольшее распространение в Европе получили мини- и супермаркеты. В данной статье рассматривается новое холодильное оборудование, применяемое в магазинах данного типа.

Самая большая проблема при проектировании систем холодоснабжения супермаркетов обусловлена наличием в торговых залах большого количества потребителей холода – прилавков, горок, боннет, средне- и низкотемпературных камер для хранения продукции. В таких магазинах оправданно применение исключительно установок центрального холодоснабжения. Тепло от работы холодильных машин отводится в окружающую среду, а не попадает в помещение торгового зала. Полное отсутствие шума и вибрации в торговом зале от работающих компрессоров создает комфортные условия для посетителей супермаркета. Установки центрального холодоснабжения размещаются в специально отведенных машинных отделениях или на крыше здания. Такая концентрация оборудования очень удобна при техническом обслуживании, эксплуатации и ремонте.

DUOSET-система

MIDIPACK-система



POWERPACK-система

При проектировании подобных установок большое внимание уделяется энергетическим и экономическим показателям. Практикой доказано, что расход электроэнергии при использовании центральных систем холодоснабжения уменьшается на 20–45 %. Моторесурс этих машин составляет от 60 000 до 170 000 ч (от 7 до 20 лет).

СПК "СНЕГ" предлагает новые серии холодильного оборудования немецкой фирмы "ТЕКО" для оснащения мини- и супермаркетов:

- MIDIPACK – компактная трехкомпрессорная станция, работающая в диапазоне температур +10...–10 °С;
- DUOSET-система с двумя параллельными компрессорами, работающая в диапазоне температур +15...–35 °С;
- POWERPACK – компрессорно-ресиверная станция с низкотемпературным сателлитовым компрессором.

От традиционных станций серию MIDIPACK отличают: более простой принцип работы, компактность, высокая экономическая эффективность при их использовании в диапазоне мощностей 5...15 кВт.

Автоматика позволяет приоритетно отключать наиболее нагруженные компрессоры, что обеспечивает их равномерный износ и значительную экономию электроэнергии.

По данным статистики эксплуатации супермаркетов отношение среднетемпературных камер (до –5 °С) к низкотемпературным (от –15 °С и ниже) составляет семь к одному. Поэтому возникает необходимость в дополнительных низкотемпературных мощностях, что приводит к повышению капиталовложений и эксплуатационных расходов.

В целях получения экономии спроектированы и успешно эксплуатируются центральные трех- и четырехкомпрессорные среднетемпературные станции с дополнительным низкотемпературным сателлитным компрессором, который работает на свой потребитель холода и связан с другими компрессорами одним конденсатором. Подобная простая, компактная и надежная система экономически значительно выгоднее, чем отдельная установка компрессора с дополнительным конденсатором на низкотемпературный потребитель.

115230, Москва, Каширское шоссе, 11/1.
Тел./факс: (095) 113-9196; 113-5410; 113-3066; 111-3213;111-6126; 111-6239.
E-mail: sneg@dialup.ptt.ru; http://www.sneg.8m.com

ЭЛЕКТРОСТАР

Абсорбционные холодильные машины компании Dunham-Bush International

Некоторыми побочными продуктами предприятий химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности являются вторичные энергетические ресурсы в виде отработанного пара, горячей воды и т. п. Далеко не везде решена проблема рационального использования этих ресурсов. В таких условиях для получения искусственного холода целесообразно применять абсорбционные холодильные машины.

Компания Dunham-Bush выпускает широкую номенклатуру этих машин холодопроизводительностью от 300 до 5000 кВт, использующих различные источники тепловой энергии. Общий вид машины приведен на рисунке. Абсорбентом в абсорбционных холодильных машинах, выпускаемых компанией Dunham-Bush, служит раствор бромистого лития, а хладагентом – вода. Эти машины предназначены для охлаждения воды до 4,5 °С.

Абсорбционная холодильная машина

Абсорбционные холодильные машины благодаря отсутствию компрессоров имеют значительно лучшие виброакустические показатели по сравнению с парокомпрессионными машинами.

Кроме того, абсорбционные холодильные машины не представляют опасности для озонового слоя атмосферы.

Температура воздуха в помещении, где установлена абсорбционная холодильная машина, должна быть выше температуры замерзания воды. Для долговечной, безопасной и экономичной работы абсорбционных машин требуется поддерживать качество воды. Меры по водоподготовке предотвращают рост содержания механических и химических примесей выше заданных норм.

Коррозионная активность бромистого лития, а также присутствие кислорода в рабочих полостях холодильной машины предопределяют жесткие требования к коррозионной стойкости материалов, из которых изготовляются аппараты машин. Корпусные детали аппаратуры, как правило, выполняют из стали типа SA515 (отечественный аналог – сталь 16ГС), тонкостенные элементы (перегородки, элиминаторы) – из нержавеющей стали SS430 (отечественный аналог – сталь 08Х18Н10Т). Из того же материала изготовляют теплообменные трубы для высокотемпературного генератора, где находится пар давлением до 1 МПа, и конденсатора. В других теплообменниках применяют медные трубы из раскисленной меди с содержанием фосфора не более 0,0005 %. Кроме того, для защиты от коррозии в раствор абсорбента вводят ингибитор. (Компания Dunham-Bush использует экологически безопасный молибдат лития, обладающий отличными защитными свойствами).

Аппараты, охлаждаемые водой (абсорбер и конденсатор), рассчитаны на давление в системе охлаждения до 0,8 МПа. В этих аппаратах применены коллекторы с боковыми патрубками, что позволяет вскрывать аппарат для чистки труб без демонтажа водяного трубопровода.

С целью обеспечения высокой надежности абсорбционных холодильных машин герметичность каждой из них тщательно

Таблица 1

Машины серии WCSA

Типоразмер	100	120	150	180	210	240	280	320	360	400	450	500	550	620	690	770	850	950	1050	1150	1300	1400
Контур охлаждаемой воды																						
Производительность, кВт	327,4	394,2	492,8	587,8	686,4	785,0	915,2	1049,0	1171,2	1309,4	1474,9	1636,8	1802,2	2031,0	2359,8	2520,3	2784,3	3111,7	3739,0	3766,4	4255,7	4583,0
Расход, л/с	14,2	17,1	21,4	26,6	30,0	34,2	39,8	45,6	51,5	56,8	64,0	70,6	78,1	88,1	98,1	109,4	120,7	13,9	149,2	163,3	184,5	198,7
Гидравлическое сопротивление, кПа	48,0	53,9	51,0	49,0	54,9	55,9	72,5	71,5	68,6	74,5	71,5	68,6	83,3	86,2	63,7	69,6	80,4	79,4	80,4	79,4	51,0	51,0
Диаметр патрубка, мм	102	102	102	102	127	127	127	127	152	152	203	203	254	254	254	254	254	254	305	305	305	305
Контур охлаждающей воды																						
Расход, л/с	29,2	35,0	43,9	52,5	52,8	60,3	70,3	80,3	90,3	100,3	112,8	125,6	138,0	155,4	172,9	192,9	212,9	235,4	248,2	272,1	307,3	330,9
Гидравлическое сопротивление, кПа	49,3	49,0	65,7	75,5	47,0	52,9	73,5	55,9	59,8	64,7	56,8	57,8	71,8	75,5	103,9	108,8	109,8	101,9	72,5	75,5	100,9	104,9
Диаметр патрубка, мм	127	127	127	127	152	152	152	203	203	203	203	203	305	305	305	305	356	356	406	406	406	406
Паровой контур																						
Расход пара, кг/ч	777	930	1169	1395	1631	1862	2171	2481	2927	3101	3484	3887	4270	4810	5351	5965	6584	7409	8178	8940	10131	10908
Диаметр патрубка (пар), мм	127	127	127	127	152	152	152	203	203	203	203	203	254	254	254	254	305	305	356	356	356	356
Диаметр патрубка (сток), мм	38	38	38	38	38	38	38	51	51	51	63,5	63,5	64	64	64	64	76	76	102	102	102	102
Габаритные размеры: длина, мм	2629	2629	3650	3650	3731	731	4341	4440	4440	4440	4440	4440	5809	5809	7041	7041	7249	7249	7361	7361	8600	8600
ширина, мм	1491	1491	1491	1491	1679	1679	1679	1910	1910	1910	1910	1910	2101	2101	2101	2101	2499	2499	2799	2799	2799	2799
высота, мм	2179	2179	2179	2179	2411	2411	2411	2751	2751	2751	2569	2969	3231	3231	3231	3231	3599	3599	4201	4201	4201	4201
Расстояние для чистки труб, мм	2400	2400	3401	3401	3401	3401	4100	4100	4100	4100	4100	4099	5319	5319	6561	6561	6561	6561	6561	7910	7910	7910
Масса сухая, кг	3700	3900	5000	5200	6000	6300	7000	8500	8900	9200	10500	12200	17300	18100	21000	22200	23400	2420	32200	33000	36400	37200

Примечание. Указанные в таблице параметры даны для условий: давление пара на входе 0,15 МПа; температура охлаждаемой воды 12–7 °С; температура охлаждающей воды 29,5–37 °С; расчетная величина термического сопротивления со стороны воды 0,044 м² • К/Вт.
Машины типоразмеров 100...850 поставляются в виде моноблоков; 950...1400 – в виде двух агрегатов.

Машины серии WCTA

Таблица 2

Типоразмер	100	120	150	180	210	240	280	320	360	400	450	500	550	620	690	770	850	950	1050	1150	1300	1400
Контур охлаждаемой воды																						
Производительность, кВт	327,4	394,2	492,8	587,8	686,9	785,0	915,2	1049	1179,2	1309,4	1474,9	1636,8	1802,2	2081	2255,8	2520,3	2784,3	3111,7	3439,0	3766,4	4255,7	4583
Расход, л/с	14,2	17,1	21,4	25,5	29,8	34,0	53,6	45,5	52,5	56,8	64,0	70,9	78,1	88,1	98,0	109,4	120,7	134,9	149,1	163,3	184,5	198
Гидравлическое сопротивление, кПа	48,0	54,0	51,0	49,0	54,9	55,9	72,5	71,5	69,6	74,5	71,5	69,6	83,3	86,2	63,7	69,6	80,4	79,4	80,4	79,4	51,0	51,0
Диаметр патрубка, мм	102	102	102	102	127	127	127	152	152	152	203	203	254	254	254	254	305	305	305	305	305	305
Контур охлаждающей воды																						
Расход, л/с	25,2	31,1	38,9	46,6	54,4	62,2	72,4	82,7	93,0	103,3	116,3	129,1	138,0	155,4	172,9	192,9	212,9	235,9	249,2	272,1	301,3	330,9
Гидравлическое сопротивление, кПа	37,2	39,2	52,9	60,8	50,0	55,9	78,4	71,5	63,7	68,6	60,8	60,8	71,5	75,5	103,9	108,8	109,8	101,9	72,5	75,5	100,9	104,9
Диаметр патрубка, мм	127	127	127	127	152	152	152	203	203	203	254	254	305	305	305	305	356	356	406	406	406	406
Паровой контур																						
Расход пара, кг/ч	430	517	690	772	911	1036	1205	1365	1518	1716	1933	2148	2286	2646	2953	3226	3637	4060	4491	4913	5552	5978
Диаметр патрубка (пар), мм	51	51	51	51	63,5	63,5	63,5	76	76	76	76	76	102	102	102	102	121	127	127	127	127	127
Диаметр патрубка (сток), мм	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	38	38	38	38	38	51	51	51	51	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
Габаритные размеры:																						
длина, мм	2700	2700	3700	3700	3800	3800	4380	4450	4450	4450	4450	4450	5810	5810	7040	7040	7190	7190	7360	7360	8600	8600
ширина, мм	1700	1700	1700	1700	1850	1850	1850	2120	2120	2120	2250	2250	2490	2490	2490	2490	2850	2850	3100	3100	3100	3100
высота, мм	2200	2200	2200	2200	2470	2470	2470	2600	2600	2600	2850	2850	3050	3050	3050	3050	3500	3500	3900	3900	3900	3900
Расстояние для чистки труб, мм	2400	2400	3400	3400	3400	3400	4100	4100	4100	4100	4100	4100	5320	5320	6560	6560	6560	6560	6560	7910	7910	7910
Масса сухая, кг	4000	4300	5100	5500	7000	7400	8700	10500	10900	11400	13200	13700	21600	22600	26600	27700	31400	33000	20200	20700	24000	24800

Примечание. Указанные в таблице параметры даны для условий: давление пара на входе 0,8 МПа; температура охлаждаемой воды 12–7 °С; температура охлаждающей воды 29,5–35 °С; расчетная величина термического сопротивления со стороны воды 0,044 м² • К/Вт.
Машины типоразмеров 100...690 поставляются в виде моноблоков; 770...1400 – в виде двух агрегатов.

Машины серии WCHA

Таблица 3

Типоразмер	100	140	160	210	270	310	340	380	420	470	520	600	650
Контур охлаждаемой воды													
Производительность, кВт	327,4	460	552,6	686,9	882,5	1016,2	1110,1	1240,3	1374,9	1540,5	1702,3	2013,9	2181,7
Расход, л/с	15,3	21,4	24,5	32,1	41,2	47,3	52	58	64,9	71,8	80,2	91,6	99,3
Гидравлическое сопротивление, кПа	48	50	56	72	78	43	47	50	52	56	59	53	54
Диаметр патрубка, мм	102	127	127	152	152	203	203	254	254	254	254	254	254
Контур охлаждающей воды													
Расход, л/с	36,1	51,1	58,3	76,4	98,3	112,8	124,9	138,9	155,6	169,8	189,7	220,8	234,7
Гидравлическое сопротивление, кПа	70	68	69	103	108	60	62	68	69	109	111	108	106
Диаметр патрубка, мм	127	152	152	203	203	254	254	305	305	356	356	406	406
Контур горячей воды (источник тепла)													
Расход, л/с	23,9	33,3	37,5	50	64,5	73	80,5	88,3	98,9	109,4	122,2	139,2	152,2
Гидравлическое сопротивление, кПа	61	65	65	108	113	103	104	63	60	116	113	122	117
Диаметр патрубка, мм	102	102	152	152	203	203	203	254	254	254	305	305	305
Габаритные размеры:													
длина, мм	3740	3740	3740	4360	4360	4360	4360	5810	5810	7040	7040	7250	7250
ширина, мм	1715	1765	2125	2310	2375	2325	2315	2350	2350	2100	2100	2500	2500
высота, мм	2385	2490	2560	2790	3010	3180	3180	3405	3405	3505	3505	3782	3782
Расстояние для чистки труб, мм	3400	3400	3400	4100	4100	4100	4100	5320	5320	6560	6560	6560	6560
Масса сухая, кг	3800	5000	6800	9000	10300	11700	12000	16800	17200	18000	18500	21000	22500

Примечание. Указанные в таблице параметры даны для условий: температура охлаждаемой воды 13,5–8 °С; температура охлаждающей воды 29,5–35 °С; температура горячей воды 90,5–85 °С; расчетная величина термического сопротивления загрязнений со стороны воды 0,086 м² • К/Вт.
Машины поставляются в виде моноблоков.

Машины серии WCGA

Таблица 4

Типоразмер	100	140	160	210	270	310	340	380	420	470	520	600	550	620	690	770
Контур охлаждаемой воды																
Производительность, кВт	327,4	394,2	492,8	587,8	686,4	785,0	915,2	1049,0	1179,2	1309,4	1474,9	1636,8	1802,2	2031,0	2359,8	2520,3
Расход, л/с	14,2	17,1	21,4	26,6	29,8	34,0	39,7	45,5	51,1	56,8	64,0	70,9	78,1	88,1	98,0	109,4
Гидравлическое сопротивление, кПа	48,0	53,9	51,0	49,0	54,9	55,9	72,5	71,5	69,6	74,5	71,5	69,2	83,3	86,2	63,7	69,6
Диаметр патрубка, мм	102	102	102	102	127	127	127	152	152	152	203	203	254	254	254	254
Контур охлаждающей воды																
Расход, л/с	25,8	31,1	38,9	46,6	54,4	62,2	72,4	82,7	93,0	103,3	116,3	129,1	138,0	155,4	172,9	192,9
Гидравлическое сопротивление, кПа	37,2	39,2	52,9	60,8	50,0	55,9	78,4	71,5	63,7	68,6	60,8	60,8	71,5	75,5	103,9	108,8
Диаметр патрубка, мм	127	127	127	127	152	152	152	203	203	203	254	254	305	305	305	305
Топливный контур																
Расход газа м³/ч	31	38	46	56	66	74	87	98	105	120	140	155	165	191	213	233
Габаритные размеры:																
длина, мм	3765	3665	3990	3785	4115	4305	4380	450	4450	4605	4450	4755	5810	5810	7040	7040
ширина, мм	2560	2620	2700	2775	2795	2795	2870	3035	3085	3085	3285	3285	3370	3400	3400	3400
высота, мм	2365	2405	2405	2425	2661	2521	2772	2772	2870	2870	2956	3067	3067	3147	3257	3312
Расстояние для чистки труб, мм	2400	2400	3400	3400	3400	3400	4100	4100	4100	4100	4100	4100	5320	5320	6560	6560
Транспортная масса, кг	6900	7400	8800	9300	11200	12100	13600	16500	17400	18500	21200	22000	27500	29500	33900	35700
Эксплуатационная масса, кг	7300	7800	9300	9800	11900	12900	14500	17500	18500	19700	22600	23500	29100	31200	35800	37600

Примечание. Указанные в таблице параметры даны для условий: минимальное давление газа на входе в газовый тракт 2,0 кПа; теплотворная способность газа 9650 ккал/(Н • м³); температура охлаждаемой воды 12–7 °С; температура охлаждающей воды 29,5–35 °С; расчетная величина термического сопротивления загрязнений со стороны воды 0,044 м² • К/
Машины типоразмеров 100...550 поставляются в виде моноблоков; 620...770 – в виде трех агрегатов.

проверяют на заводе-изготовителе (включая контроль с помощью гелиевого течеискателя).

В машинах применяются высоконадежные герметичные низконапорные электронасосы, которые охлаждаются перекачиваемой жидкостью. Встроенные электродвигатели насосов защищены от перегрева обмоток. В конструкции насосов предусмотрена оригинальная система контроля состояния подшипников, дающая непрерывную информацию об изменении зазоров во время работы машины.

В абсорбционных холодильных машинах компании Dunham-Bush стандартного исполнения используют два насоса – для перекачки абсорбента и хладагента. Это уменьшает затраты на обслуживание машины. По требованию заказчика могут быть поставлены машины с резервными насосами абсорбента и воды.

Для работы абсорбционных холодильных машин используют тепло, отводимое от пара, горячей воды или получаемое при сжигании топлива.

Машины, использующие тепло пара

Эти машины выпускаются в двух исполнениях. Машины серии WCSA с одноступенчатой генерацией раствора рассчитаны на использование пара низкого давления (от 0,05 до 0,2 МПа). Для машины серии WCTA с двухступенчатой генерацией раствора требуется пар более высокого давления (от 0,6 до 1МПа).

Основные технические характеристики машин серии WCSA и WCTA даны в табл. 1 и 2.

Машины, использующие тепло горячей воды

В машинах серии WCHA используется вода с температурой не менее 85 °С. Максимальное давление горячей воды на входе в машину 0,5 МПа. Если давление воды в магистрали превышает указанную величину, на входе в машину устанавливают регулирующий клапан. Минимальное давление горячей воды определяется гидравлическим сопротивлением контура и отводящего трубопровода. Обычно оно находится на уровне 0,1–0,2 МПа. В этих машинах реализован цикл с одноступенчатой генерацией. Основные технические характеристики машин серии WCHA даны в табл. 3.

Машины, использующие тепло от сжигания топлива

Машины серии WCGA могут работать как на природном газе, так и на топочном мазуте. В этих машинах применяются высокоэффективные горелки (их конструкция запатентована). По требованию потребителя машина может быть укомплектована горелкой, работающей на обоих видах топлива, что существенно расширяет возможности машины, в особенности с учетом периодических дефицитов того или другого вида топлива. Минимальное давление газа на входе в газовый тракт 2 кПа. При использовании мазута давление в топливном трубопроводе не менее 35 кПа. В помещения, где устанавливают холодильные машины этой серии, необходима подача достаточного количества воздуха для эффективного сгорания топлива (температура продуктов сгорания в таких машинах не превышает 200 °С).

В машинах серии WCGA реализован цикл с двухступенчатой генерацией. Машины этой серии могут быть использованы как для охлаждения, так и для подогрева, а также для одновременной выработки холода и тепла.

Поставка машин осуществляется либо в виде моноблоков, либо в виде трех агрегатов с окончательным монтажом на месте эксплуатации.

Основные технические характеристики машин серии WCGA даны в табл. 4.

* * *

Официальным дистрибьютором оборудования компании Dunham-Bush International в России, странах СНГ и Балтии является ЗАО «Электростар», которое осуществляет полный комплекс услуг: разработку технических решений, поставку оборудования, монтаж или шеф-монтаж, пусконаладочные работы, гарантийное и постгарантийное обслуживание.

В Международном институте холода

Использование CO_2 в качестве хладагента

15-я информационная записка по хладагентам

Монреальским протоколом по использованию хладагентов, разрушающих озоновый слой, запрещено применение хлорфторуглеродов (CFC) в промышленно развитых странах. Временно допускается использование гидрофторуглеродных водородов (HCFC). В промышленно развитых странах оно ограничено до 2020 г., а в некоторых государствах внутренние нормативы предписывают более раннее прекращение использования HCFC (например, в Германии для R22 – конец 1999 г.).

Следует принимать во внимание также другое воздействие хладагентов на окружающую среду – создание парникового эффекта. Как указано в Протоколе Киото, парниковый эффект создают также недавно появившиеся вещества класса HFC, заменившие CFC и HCFC.

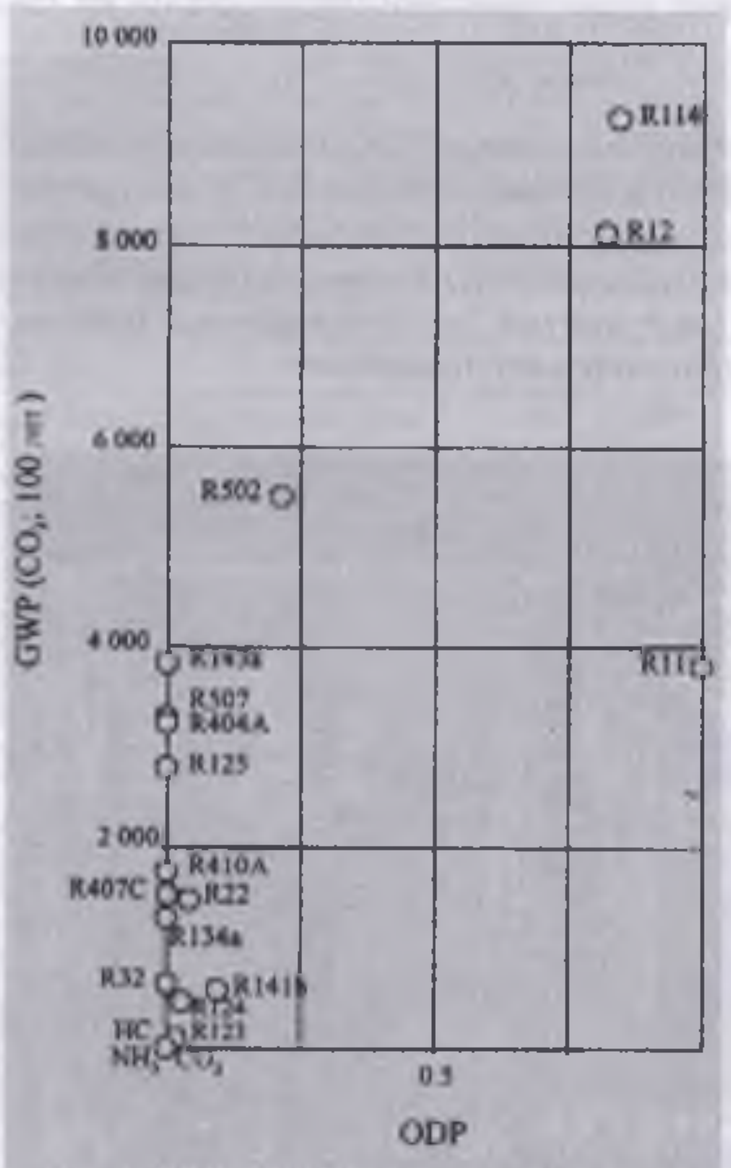


Рис. 1. ODP и GWP отдельных хладагентов

Подобная ситуация ведет к увеличению использования «старых» хладагентов, таких как аммиак и углеводороды, которые не воздействуют на озоновый слой и не создают парникового эффекта, но воспламеняемы и/или токсичны. Поэтому в 1990 г. профессором *Густавом Лоренценом* в качестве альтернативного хладагента был предложен диоксид углерода (CO_2), используемый ранее в холодильной промышленности и холодильном морском транспорте.

Как показано на рис. 1, аммиак, углеводороды и CO_2 имеют нулевой ODP (потенциал разрушения озонового слоя) и незначительный GWP (потенциал глобального потепления) в отличие от веществ классов CFC и HCFC. Что касается веществ класса HFC, их ODP равен нулю, а GWP составляет от нескольких сотен для R32 до нескольких тысяч для воспламеняющегося R143a и пожаробезопасного R125.

По критериям пожаробезопасности среди «старых» хладагентов только CO_2 может соперничать с HFC.

Примерно 63 % от общего влияния на окружающую среду газов с парниковым эффектом приходится на долю CO_2. Это обусловлено значительным количеством CO_2, выбрасываемым в атмосферу промышленными предприятиями.

При использовании диоксида углерода в качестве хладагента его влияние на глобальное потепление незначительно по сравнению с HFC.

Сравнение свойств хладагентов

Хладагент	R12	R22	R134a	R290	NH_3	CO_2
Природный	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да
ODP [1]	0,82	0,055	0	0	0	0
GWP (100 лет) значения IPCC [1] GWP (100 лет) значения WMO*	8100 10600	1500 1900	1300 1600	20 20	<1 <1	1 1
Критическая температура (°C) [1]	112,0	96,2	101,2	96,7	132,3	31,1
Критическое давление (МПа) [1]	4,14	4,99	4,06	4,25	11,27	7,38
Воспламеняемость	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Нет
Токсичность	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
Относительная стоимость	–	1,0	4,0	0,3	0,2	0,1
Относительная объемная холодопроизводительность	1,0	1,6	1,0	1,4	1,6	8,4

*Данные Всемирной метеорологической организации (WMO): Научная комиссия по истощению озона. Найроби, Кения, 1998 г.; Европейская комиссия. Генеральный директорат. Брюссель, Бельгия, 1999 г.

Таким образом, использование CO_2 в качестве хладагента может быть перспективным ввиду его малого воздействия на окружающую среду.

ХОЛОДИЛЬНЫЙ ЦИКЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Остается выяснить, хорошо ли подходит CO_2 к применению в холодильной технике, системах кондиционирования воздуха и тепловых насосах. Термодинамические свойства диоксида углерода отличаются от свойств других уже названных хладагентов; его критическое давление намного выше, а критическая температура составляет примерно 31 °C, что делает невозможным отвод теплоты в атмосферу в процессе конденсации, как в случае традиционных парокомпрессионных циклов. Таким образом, диоксид углерода может быть использован только в тех холодильных циклах, где температура отвода теплоты ниже критической, например, в нижней ступени каскадной системы.

Густавом Лоренценом и его сотрудниками был предложен так называемый «закритический» цикл для кондиционирования воздуха в автомобиле. Этот цикл может применяться также в тепловых насосах [4,5].

Закритический цикл известен с прошлого века под названием цикла для разделения воздуха *Линде-Хемпсона*. Цикл основан на эффекте *Джоуля-Томпсона*. Однако в случае использования в качестве хладагента CO_2 эффективность цикла довольно низкая.

Поэтому применение закритического цикла с CO_2 в холодильных машинах и установках кондиционирования воздуха целесообразно только в случае, когда особые требования предъявляются к экологичности и пожаробезопасности установки.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

При работе холодильной системы ее влияние на глобальное потепление выражается критерием TEWI (значение полного эквивалента глобального потепления). Это влияние определяют две составляющие: эмиссия хладагента (прямой вклад) и эмиссия CO_2 при выработке электроэнергии для работы холодильной установки (косвенный вклад). Поэтому при оцен-

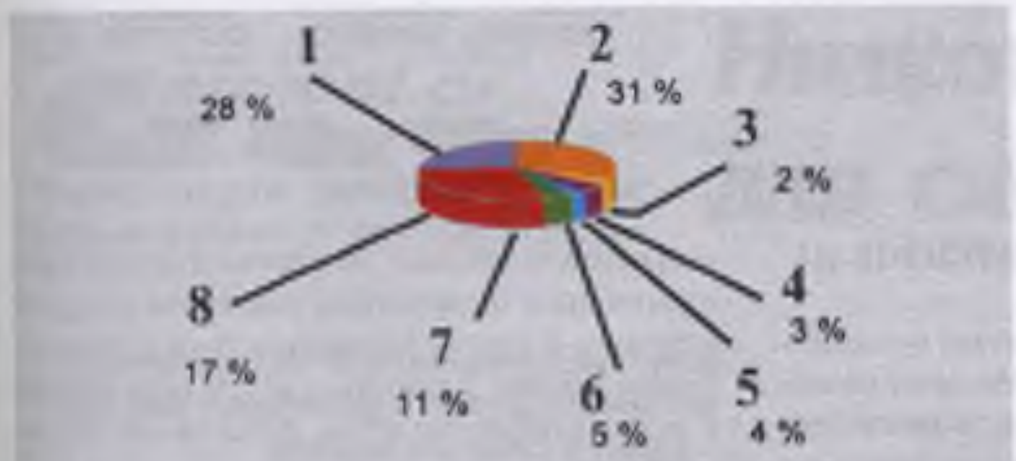


Рис. 2. Потребление хладагентов в 1991 г. (мировое потребление 484 200 т/год):
1 – автономные тепловые насосы; 2 – автомобильные кондиционеры; 3 – бытовые холодильники; 4 – охладители воды; 5 – промышленные холодильные установки; 6 – транспортные холодильные установки; 7 – хранение; 8 – торговое холодильное оборудование

Рис. 3. Прямой (эмиссия хладагента) и косвенный (производство энергии) вклады в TEWI (за 100 лет) [6]:
1 – бытовой холодильник; 2 – охладитель воды; 3 – автомобильный кондиционер и автономный тепловой насос; 4 – автомобильный кондиционер; 5 – торговое холодильное оборудование

ке влияния хладагентов на глобальное потепление необходимо учитывать, что преимущества CO_2 очевидны лишь в том случае, когда величины энергетической эффективности сопоставляемых циклов близки [5].

В отчете UNEP от 1991 г. указывалось, что в области холодильной техники наибольшей эмиссией хладагента характеризуются автомобильные кондиционеры (рис. 2). Они вносят наибольший прямой вклад в TEWI (рис. 3).

Поэтому профессор *Г.Лоренцен* и его сотрудники прежде всего обратили внимание на применение закритического цикла с CO_2 в автомобильных кондиционерах. Транспорт может стать преобладающей областью применения CO_2.

Как показано на рис. 3, торговое холодильное оборудование, включая системы, используемые в супермаркетах, вносит большой вклад в TEWI вследствие значительной протяженности холодильных линий. Каскадные системы с CO_2 в качестве хладагента нижнего каскада или хладоносителя позволяют снизить прямой вклад в TEWI без увеличения потребления энергии. Напротив, использование CO_2 в верхней ступени холодильных установок супермаркетов приводит к увеличению потребления энергии.

Третье место по прямому вкладу в TEWI занимают кондиционеры и автономные тепловые насосы (см. рис. 2 и 3).

Закритический цикл с CO_2 перспективен для использования в тепловых насосах и охладителях воды. Тепло, отводимое от хладагента при высокой температуре, целесообразно использовать для обогрева помещений или подогрева воды. Это ведет к повышению энергетической эффективности использования холодильной установки.

ПРЕИМУЩЕСТВА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

В цикле с CO_2 условия отвода теплоты от хладагента неизотермичны, поскольку в закритической области изобары не совпадают с изотермами. Поэтому целесообразно использовать CO_2 в тепловых насосах, например, для нагрева воды до 90 °С.

Высокий уровень давлений в цикле с CO_2, обусловленный свойствами вещества, имеет ряд преимуществ. При высоком уровне давлений в цикле меньшая доля работы компрессора затрачивается на преодоление гидравлических сопротивлений, кроме этого улучшается теплопередача. Высокое давление всасывания благоприятно сказывается также на работе компрессора (при достаточных объемных расходах). Таким образом, снижение технических потерь в ряде случаев может приблизить величину эффективности закритического холодильного цикла с CO_2 к аналогичной характеристике парокомпрессионного цикла с другими хладагентами.

Еще одно преимущество цикла с CO_2 – большая объемная холодопроизводительность, что приводит к уменьшению габаритов оборудования. Кроме того, диоксид углерода представляет собой природное вещество, следовательно, его применение выгодно там, где недостаточно освоены технологии производства HFC, как, например, в развивающихся странах.

НЕДОСТАТКИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Главная трудность при использовании CO_2 в качестве хладагента заключается в необходимости разработки и производства новых элементов установок, что обусловлено высоким рабочим давлением в цикле и меньшим по сравнению с другими хладагентами объемным расходом.

Это может стать препятствием для распространения использования CO_2 в установках кондиционирования воздуха и тепловых насосах, поскольку производство новых элементов требует дополнительных затрат. Однако по мере расширения использования цикла с CO_2, например, в транспортных кондиционерах стоимость элементов заметно снизится.

* * *

В течение последних восьми лет на международном уровне были проведены исследования, в частности, по двум большим проектам Европейского Сообщества: RACE – по использованию CO_2 в автомобильных системах кондиционирования воздуха и COHEPS – по использованию CO_2 в тепловых насосах.

Эти исследования показали, что CO_2 может конкурировать с традиционными рабочими веществами в автомобильных кондиционерах и тепловых насосах для тепловых сетей, подогрева воды до 90 °С и для промышленных процессов сушки. Тем не менее в ряде случаев применение закритического цикла нецелесообразно вследствие его относительно низкой энергетической эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Изменение климата.* Межправительственная комиссия по изменению климата (IPCC), рабочая группа, 1, 2-й отчет по оценке изменения климата, 1995.

2. *11-я информационная* записка МИХ по хлорфторпроизводным углеводородов. Холод и HCFC, февраль, 1995.

3. *12-я информационная записка МИХ по фторуглеродам и парниковому эффекту*, июль 1997.

4. *Лоренцен Г.* Механизм закритического цикла сжатия пара. Патент WO 90/077683,1990 (Transcritical vapour compression cycle device. Patent WO 90/707683,1990).

5. *Лоренцен Г.* Применение «естественных» хладагентов. Рациональное решение срочной проблемы//Труды международной конференции МИХ. – Гент, Бельгия, 1993.

6. *Проект* DOE/AFEAS GW: влияние альтернативных технологий CFC на глобальное потепление; национальная лаборатория Ок Ридж, декабрь, 1991.

7. *Труды* совместной конференции IEA/IIR/IZWe.V. Семинар по технологии использования CO_2 в холодильной промышленности, тепловых насосах и системах кондиционирования воздуха. – Майнц, Германия, 1999.

Из Бюллетеня МИХ

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ЗАМЕРЗАНИЕ ПЕРЕОХЛАЖДЕННОЙ ВОДЫ

В результате экспериментального исследования установлено, что переохлажденная вода может замерзать при напряжении постоянного тока, подводимого к ней, менее 100 В.

Деформации капельки воды при искровом разряде, как отмечалось ранее в некоторых работах, не было обнаружено. Установлено также, что вероятность замерзания воды зависит от степени переохлаждения, прилагаемого напряжения постоянного тока, размера электрода и расстояния между двумя электродами. Рассматривается механизм этого эффекта, суть которого можно объяснить следующим: происходит образование локального высокого электрического поля в связи с наличием на поверхности небольших выступов. Молекулы воды, обладающие полярностью, притягиваются к пучку на поверхности, но их движение ограничивается из-за наличия электрического поля.

S.Okawa, A.Saito, T.Harada//Trans. JSRAE, JP, 1997, vol.14, No. 1, 47–55.
БМИХ, 1998, № 2, с.29.

ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ СТРАН НА АММИАК КАК ХЛАДАГЕНТ

Дан обзор докладов, представленных на ежегодной сессии ПАР 1997 г., из которого видно, что использование аммиака в качестве хладагента возрастает как в промышленном, так и в торговом оборудовании (системы кондиционирования воздуха, установки с хладоносителем в супермаркетах и т.д.). Расширению использования аммиака способствуют улучшение способов контроля и новые технические достижения, такие как пластинчатые теплообменники и смазочные масла, растворяющиеся в аммиаке.

J.D.Duiven//Koude Luchtbehandeling, NL, 1997.06. vol.90, No. 6, 21, 23, 25.
БМИХ, 1998, № 2, с.29.

ТРОЙНЫЕ СМЕСИ ХЛАДАГЕНТОВ R125/R143A/R134A

Кроме тройных смесей R32 с R125 и R134a рассматриваются аналогичные смеси, в которых R32 заменен R143a.

Посредством простых уравнений состояния, основанных только на экспериментальных данных для чистых веществ, описывается фазовое равновесие этих смесей.

Определены также критические свойства и давление насыщения для чистого R143a и для бинарных смесей R143a/R134a и R125/R143a. Температура изменялась от –70 °С до соответствующей критической точки. Достоверность полученных уравнений состояния для тройных смесей R125/R143a/R134a подтверждается сравнением с экспериментальными результатами.

M.Nagel, K.Bier//Int.J.Refrig., GB, 1996.05, vol.19, No. 4, 264–271.
БМИХ, 1998, № 2, с.30.

ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА ХЛАДАГЕНТОВ НА ПЕРСПЕКТИВУ

В холодильной технике и технике кондиционирования воздуха уже накоплен опыт и имеются «ноу-хау» применения таких хладагентов, как R134a и R404A, на долгосрочную перспективу.

Термодинамические характеристики аммиака и углеводородов позволяют использовать их в весьма специфических областях холодильной техники и в системах кондиционирования воздуха. В целях безопасности аммиачные холодильные машины должны применяться только при условии исключения риска для их эксплуатации.

P.Weiss, M.Barreau, P.Fauvarque//C.R.Reun. Aarhus, IIF, FR., 1996, 09.03–06, 1996–3, 759–768.
БМИХ, 1998, № 2, с.32.

СПИРАЛЬНЫЙ КОМПРЕССОР ДЛЯ РАБОТЫ НА R410A

На основе компактного спирального компрессора разработана модель для работы на R410A. Этот хладагент представляет собой смесь R32 и R125.

По своим характеристикам он уступает R22. Авторам пришлось конструктивно изменить новую модель спирального компрессора.

K.Sawai.//Refrigeration, JP., 1997.05, vol.72, No. 835, 495–501.
БМИХ, 1998, № 2, с.33.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМЕННИКОВ ИЗ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ С ПЛОСКИМИ РЕБРАМИ

Для получения характеристик теплообменников с различными геометрическими параметрами (количество рядов труб, расстояние между ребрами и толщина ребер) были проведены испытания 15 их образцов в открытой аэродинамической трубе. Результаты представлены в виде зависимости коэффициента трения от числа Рейнольдса. Приводятся также данные сравнения с существующими соотношениями: пластина–ребро. Установлено, что расстояние между ребрами и толщина ребра не влияют на коэффициент теплопередачи. Количество рядов труб оказывает незначительное влияние на коэффициент трения.

C.C.Wang, Y.J. Chang, Y.C.Hsien, Y.T.Lin//Int. J.Refrig., GB., 1996.05, vol.19, No. 4, 223–230.
БМИХ, 1998, № 2, с.34.

ИЗУЧЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ПОТОКА В ЗМЕЕВИКЕ ИСПАРИТЕЛЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Анализировали характеристики несжимаемого турбулентного потока в промышленной агрегатированной холодильной установке системы кондиционирования, уделяя особое внимание рядам труб испарительного змеевика. Змеевик с тремя рядами труб диаметром 20 мм, расположенных в шахматном порядке, заключен в кожух. Каждый ряд имеет трубы и поддон для конденсата сложной геометрической формы. При проведении на действующей установке экспериментальных исследований определяли значения средней скорости и другие характеристики турбулентности потока. Сравнивая результаты опытов с результатами расчетов, установили их совпадение.

Z.G.Xu, D.H.T.Gotham, M.W.Collins, J.F.R.Coney, C.G.W.Sheppard, S.Merdjani// Int.J.Refrig., 1996.07, vol.19, No. 6, 369–381.
БМИХ, 1998, № 2, с.34.

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ, РАБОТАЮЩИХ НА CO_2

Авторы рассчитали холодильный коэффициент и другие характеристики цикла теплового насоса, работающего на CO_2, для горячего водоснабжения. В научно-исследовательской лаборатории в Йокосуке разработан ряд тепловых насосов на CO_2 для исследования теплопередачи в сверхкритических условиях. Приводятся результаты расчетов и предварительные экспериментальные данные.

M.Saikawa, K.Hashimoto, H.Hasegawa, T.Iwatsubo, J.Straub//Prepr. 1997, IEA Heat Pump Cent. – IIR Workshop, Trondheim, 1997.05. 13–14, 5p.
БМИХ, 1998, № 2, с.77.

ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОРСКОЙ И ВОЗДУШНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОХЛАЖДЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Приведены статистические данные транспортировки пищевых продуктов. Подробно проанализированы характеристики современного морского холодильного транспорта, обеспечивающие температуру –30...–14 °С и контролируемую газовую среду. Рассмотрены транспортные контейнеры с воздушным охлаждением и новые типы контейнеров.

Отмечается возврат судовых холодильных установок к аммиаку. Обсуждаются проблемы воздушного транспорта и перспективы его применения для транспортировки пищевых продуктов.

A.C.Stera. Frio, Calor, Aire acond., Es, 1997.05, vol.25, № 282, 30–31, 33–34.
БМИХ, 1998, № 2, с.79.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ КОНТЕЙНЕРНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Рассмотрены характеристики надежности холодильных установок, применяемых в контейнерах, предназначенных для морских перевозок. Проанализированы данные, полученные по 4318 охлаждаемым контейнерам, находящимся в собственности и сдаваемым в наем мореходной компанией, за 4 года их эксплуатации. Изучены характеристики надежности четырех основных типов холодильных установок, выпускаемых фирмами «Дайкин», «Пол Клинге», «Мицубиси», «Керриер».

Y.Q.Jiang, S.L.Wang. Int. J. Refrig., GB, 1996.07. vol.49, № 6, 407–41[illegible]
БМИХ, 1998, № 2, с.7[illegible]

СЕРВИС•ЦЕНТР BITZER РОССИЯ
СЕРВИС•ЦЕНТР Alfa Laval РОССИЯ

Низкотемпературные агрегаты для скороморозильных аппаратов

Производство быстрозамороженных готовых продуктов и полуфабрикатов весьма выгодно в связи с возможностью их долговременного хранения без потери вкусовых и других потребительских свойств, а также быстрорастущим спросом на данную продукцию. Фирма "Эйркул" серийно выпускает низкотемпературные агрегаты для установок центрального холодоснабжения, скороморозильных аппаратов различного назначения, закалочных камер для мороженого, морозильных тоннелей, низкотемпературных складов.

Все агрегаты оснащены экономайзером, что позволяет существенно снизить потребление электроэнергии. Система регулирования температуры масла позволяет размещать маслоохладитель как внутри, так и вне помещения. Микропроцессорное управление компрессорами обеспечивает оптимальный режим работы установки, равномерную наработку часов каждым компрессором, что повышает надежность и срок службы, ведет к снижению эксплуатационных затрат.

Состав агрегата

- Винтовые полугерметичные компрессоры фирмы BITZER, оснащенные экономайзером и регуляторами производительности 75 % и 100 %, запорными вентилями на нагнетании и всасывании.
- Воздушный выносной конденсатор фирмы GÜNTNER.
- Воздушный маслоохладитель фирмы ALFA LAVAL.
- Манометры высокого и низкого давления.
- Реле высокого и низкого давления на каждый компрессор.
- Отделитель жидкости с теплообменником и фильтр на линии всасывания.
- Маслоотделитель с ТЭНами подогрева масла и термостатом.
- Линия подачи масла в компрессор: запорный и соленоидный вентили, фильтр, смотровое стекло и реле протока.
- Горизонтальный ресивер с предохранительным клапаном, запорным вентилем на выходе и смотровыми стеклами.
- Фильтр-осушитель, смотровое стекло и запорный вентиль на жидкостной линии.
- Система поддержания давления конденсации.
- Электрический щит с электронным блоком управления работой агрегата либо по температуре в охлаждаемом помещении, либо по давлению всасывания.

Дополнительная комплектация агрегата (по запросу):

- конденсатор водяного охлаждения;
- водяной маслоохладитель;
- маслоохладитель "Термосифон";
- воздухоохладитель (тоннельный, кубический, потолочный).

Подробную информацию вы можете получить, обратившись в офис фирмы "Эйркул" в Санкт-Петербурге.

Технические характеристики агрегатов

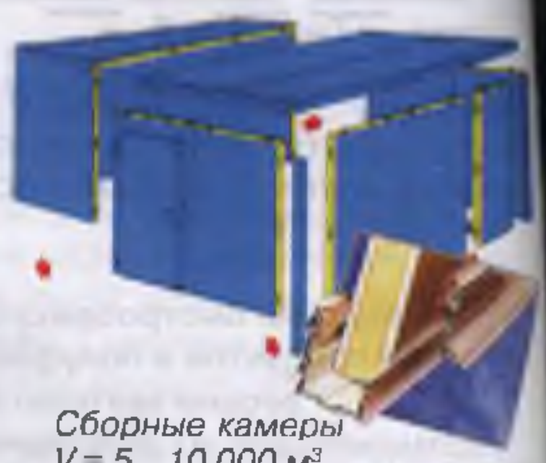
Марка агрегата	Холодопроизводительность/ потребляемая мощность, кВт, при $t_к$ = 40 °С										Габаритные размеры, мм			Масса*, кг
	t_0 = –20 °С		t_0 = –25 °С		t_0 = –30 °С		t_0 = –35 °С		t_0 = –40 °С		Длина	Ширина	Высота	
	Q_0	N	Q_0	N	Q_0	N	Q_0	N	Q_0	N				
АКВН 5361-1	55,8	25,2	46,2	23,2	37,6	21,5	29,9	20,0	22,9	18,6	1900	1100	1450	494
АКВН 6461-1	78,0	35,2	64,7	32,5	52,7	30,1	42,1	28,0	32,7	26,6	1900	1100	1450	615
АКВН 7451-1	90,8	41,0	75,2	37,8	61,4	35,0	49,0	32,5	38,0	30,3	1900	1100	1450	633
АКВН 7461-1	104,0	47,0	86,2	43,3	70,3	40,1	56,2	37,3	43,6	34,8	1900	1100	1450	683
АКВН 7471-1	118,2	53,4	98,0	49,2	79,9	45,6	63,8	42,4	49,5	39,5	1900	1100	1450	739
АКВН 6461-2	156,0	70,4	129,4	65,0	105,4	60,2	84,2	56	65,4	53,2	2550	1350	1500	1058
АКВН 7451-2	181,6	82,0	150,4	75,6	122,8	70,0	98	65,0	76,0	60,6	2550	1350	1500	1219
АКВН 7461-2	208,0	94,0	172,4	86,6	140,6	80,2	112,4	74,6	87,2	69,6	2550	1350	1500	1293
АКВН 7471-2	236,4	106,8	196,0	98,4	159,8	91,2	127,6	84,8	99,0	79,0	2550	1350	1500	1325
АКВН 7451-3	272,4	123,0	225,6	113,4	184,2	105,0	147,0	97,5	114,0	90,9	3370	1360	1750	1860
АКВН 7461-3	312,0	141,0	258,6	129,9	210,9	120,3	168,6	111,9	130,8	104,4	3370	1360	1750	1957
АКВН 7471-3	354,6	160,2	294,0	147,6	239,7	136,8	191,4	127,2	148,5	118,5	3370	1360	1750	2005

*Масса указана без учета заправки маслом и хладагентом.

Холодильные агрегаты
COPELAND
Q_0 = 1...175 кВт

АГРО-3

Москва, ул. Б.Черкизовская, 26-А
Тел./факс: (095) 742-49-79



Сборные камеры
V = 5...10 000 м³
Панели 40...200 мм

Холод для пищевой промышленности

Воздухоохладители,
конденсаторы
Q_0 = 1...2200 кВт

- Поставка оборудования, комплектующих, запчастей
- Проектирование, строительство, реконструкция объектов
- Монтаж, пусконаладка
- Сервисное обслуживание

Скороморозильные установки
производительностью
50...800 кг/ч

Приглашаем региональных дилеров

Водоохлаждающие установки RHOSS,
промышленные кондиционеры
Q_0 = 3...550 кВт

Автоматика ALCO CONTROLS

Льдогенераторы
производительностью
80...20 000 кг/сут

Производственно-коммерческий центр «СпецТехСбыт»

Изолирующие химические костюмы КИХ-4 и КИХ-5

Производственно-коммерческий центр “СпецТехСбыт” предлагает изолирующие химические костюмы КИХ-4 и КИХ-5.

Костюмы предназначены для защиты лиц, проводящих аварийно-спасательные работы в условиях воздействия высоких концентраций газообразного и жидкого аммиака и хлора и других агрессивных веществ.

КИХ-4 используется в сочетании с изолирующим дыхательным аппаратом типа АП-96, АВХ или изолирующим противогазом КИП-8, а КИХ-5 – с изолирующим противогазом ИП-4М, размещаемыми под костюмом.

Изолирующие костюмы надевают на зимнюю или летнюю спецодежду. Их можно использовать до 5 раз во всех климатических зонах России для работы при температуре от –40 до +40 °С в любое время года на открытых площадках и при атмосферных осадках, а также внутри помещений.

В комплект защитного костюма входит комбинезон с капюшоном, изготовленный из прорезиненного материала, а также резиновые сапоги и трехпалые перчатки.

Время защитного действия костюма от высококонцентрированного аммиака и хлора составляет не менее 60 мин, а от жидкого аммиака и хлора, не менее 2 мин. Костюм не пригоден к дальнейшему использованию в случае попадания на него жидкого хлора. В костюме с изолирующим дыхательным аппаратом можно непрерывно выполнять работы средней тяжести при температуре от 25 до 40 °С в течение соответственно 40 и 20 мин, при более низкой температуре время работы ограничивается временем действия дыхательного аппарата.

Масса костюма без дыхательного аппарата 4,5 кг. Изолирующие костюмы изготовляются пяти размеров и трех ростов.

По окончании работы проводится дегазация костюмов обильным промыванием под струей воды в течение 3–5 мин с последующим проветриванием и сушкой на воздухе. Повторное использование костюма возможно после проверки его технического состояния.

Адрес: 117574, Москва,
Новоясеневский проспект, д. 6, офис 207.
Тел.: 423-34-77, тел./факс: 339-03-00.

ОСНАЩАЙТЕСЬ!

ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКТОРЫ, ШЛАНГИ, ВЕНТИЛИ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕЧЕИСКАТЕЛИ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПАЙКИ

МАНОМЕТРЫ ВАКУУММЕТРЫ

ЗАРЯДНЫЕ СТАНЦИИ

СЕРВИСНЫЕ ВЕНТИЛИ

КЛАПАНЫ ШРЕДЕРА, ШТУЦЕРЫ

МАСЛОПОДЪЕМНЫЕ ПЕТЛИ, МЕДНЫЕ ФИТИНГИ

МЕДНАЯ ТРУБА, ТЕРМОИЗОЛЯЦИЯ

KS Tools ТРУБОРЕЗЫ

KS Tools ВАЛЬЦОВКИ

KS Tools ТРУБО-РАСШИРИТЕЛИ

KS Tools ТРУБОГИБЫ

У НАС ЕСТЬ ВСЁ ДЛЯ МОНТАЖА И ОБСЛУЖИВАНИЯ, ХОЛОДИЛЬНОГО И КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

siesta

Ваш поставщик: фирма «Сиеста-Инструмент»
115409 Москва, Каширское шоссе, 33
Телефон: (095) 322 9737, 324 6575; факс: 324 8255
www.siesta.ru

GEA

Grasso

Одноступенчатые поршневые компрессорные агрегаты Грассо Интернэшнл

Агрегат RCU69

Агрегат RCU46

Более чем 150-летний опыт проектирования и изготовления поршневых холодильных компрессоров и компрессорных агрегатов на их базе надежно обеспечивает фирме «Грассо» (завод в г. 'с-Хертогенбоше, Нидерланды) лидирующее положение в мире в области холодильного машиностроения.

Одноступенчатые поршневые компрессорные агрегаты Грассо производятся на базе компрессоров RC6, RC9 и RC12(E) с ходом поршней 66, 85, 110 мм и их диаметром соответственно 85, 110, 160 мм. Одноступенчатые компрессоры серии RC, имеющие от 2 до 12 цилиндров, могут работать на аммиаке и современных фреонах.

Отличительные особенности поршневых компрессорных агрегатов Грассо:

• уникальная сварная стальная конструкция компрессоров с приваренными к цилиндрам всасывающим и нагнетательным коллекторами, обеспечивающая высокую теплорассеивающую способность и уменьшение перегрева на всасывании, в результате чего отпадает необходимость в дополнительных системах охлаждения масла и цилиндров, исключается образование накипи на их головке, снижается температура нагнетания. Все это позволяет снизить себестоимость и создать самую компактную среди известных аналогов конструкцию агрегатов;

• возможность работы от прямого (со скоростью вращения до 1500 мин$^{-1}$) и ременного привода компрессоров;

• автоматическое или ручное ступенчатое регулирование производительности;

• усовершенствованные конструкции всасывающих и нагнетательных клапанов с использованием современных композитных материалов, что значительно удлиняет срок безотказной работы агрегатов;

• электронный блок автоматического управления работои агрегата MONITRON;

• низкие уровни шума и вибрации;

• высокоэффективная система маслоотделения, надежно предотвращающая унос масла;

• возможность дополнительных опций по требованию заказчика.

Одноступенчатые поршневые компрессорные агрегаты

Тип	Частота вращения, мин$^{-1}$	Объем всасывания, м^3/ч	Холодопроизводительность, кВт		
			NH 0/40°C	R22 0/40°C	R404A -5/+40°C
RCU46	1450	130	105	101	78
RCU66	1450	196	158	152	117
RCU86	1450	261	210	202	156
RCU29	1450	141	111	104	82
RCU49	1450	281	222	209	165
RCU69	1450	422	333	313	247
RCU212(E)	965(1171)	256(310)	217(326)	190(230)	151(182)
RCU312(E)	965(1171)	384(466)	326(490)	285(345)	226(273)
RCU412(E)	965(1171)	512(622)	435(652)	380(461)	301(364)
RCU612(E)	965(1171)	768(932	652(979)	570(691)	452(547)
RCU912(E)	965(1171)	1152(1398)	979(1470)	855(1036)	677(820)
RCU1212(E)	965(1171)	1536(1865)	1305(1961)	1140(1382)	903(1093)

Перегрев 5 °C, переохлаждение 5 °C.

Специалисты фирмы «Грассо» имеют большой опыт проектирования промышленных холодильных установок на базе поршневых компрессорных агрегатов для крупных предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, в том числе пивоваренной, а также для химических, металлургических, автомобилестроительных и других производств, складов для хранения замороженной и охлажденной продукции.

Эти холодильные установки успешно эксплуатируются на таких крупных предприятиях России, как завод по производству йогуртов немецкой компании Ehrmann & Wydra (Московская обл.), Кубаньоптпродторг (г. Краснодар), пивоваренная компания «Балтика» (г. Санкт-Петербург), на ряде хладокомбинатов, где имеются линии по производству мороженого, строится крупный складской комплекс Green Terminal (г. Калининград).

Фирма «Грассо» выполняет важные проекты, а также монтажные и пусконаладочные работы, гарантийное обслуживание и ремонт агрегатов, поставку запасных частей с возможностью оплаты товаров и работ в рублях.

В настоящее время регистрируется российское юридическое лицо – ООО «Грассо» с целью расширения комплекса услуг и сервиса для клиентов фирмы на российском рынке.

На все агрегаты имеются сертификаты соответствия ГОСТ Р, Разрешение на применение Госгортехнадзора РФ.

Grasso International, Представительство в Москве:

Семеновский вал, 6, строение 1, 105094,Россия, Москва.
Телефон: /095/787-20-11, 787-20-13. Факс: /095/ 787-20-12.
E-mail: grasso@gea.ru. Адрес в Интернете: http://www.grasso.nl