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

Главный редактор
Л.Д.Акимова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Е.М.Агарев	Л.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

Ответственный секретарь
Е.В.Плуталова
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:
107996, ГСП-6, Москва,
ул. Садовая-Спасская, д. 18
Телефоны: (095) 207-53-14, 207-23-96
Тел./факс: (095) 975-36-38

E-mail: holodteh@ropnet.ru

Подписано в печать 19.04.2001.
Формат 60x88 1/8. Офсетная печать.
Усл.-печ. л. 6.

Отпечатано в ООО «РОСТРА-ДЕЙ»

© Холодильная техника, 2001

В НОМЕРЕ:

К 70-ЛЕТИЮ СБПГУН И ПТ
Поздравляем с юбилеем! 1

Бараненко А.В. **Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий: в XXI век с новыми надеждами** 2

Данилова Г.Н., Клецкий Г.Н., Плотников В.Т., Филаткин В.Н., Цветков О.Б. **Научные школы и специалисты кафедры «Теоретические основы тепло- и хладотехники»** 4

Бурцев С.И. **Кафедра кондиционирования воздуха** 8

Бараненко А.В., Калюнов В.С. **Кафедра холодильных установок** 10

Акулов Л.А. **Кафедра криогенной техники** 12

Бухарин Н.Н., Огнев В.В., Лопатин М.В. **Перспективы создания типоразмерных рядов холодильных машин и тепловых насосов на базе унифицированных осевых компрессоров** 16

Бараненко А.В., Попов А.В., Тимофеевский Л.С., Волкова О.В. **Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения** 18

ХОЛОД ИЗ «АРКТИКИ» 22

BOCK
Фирма «Символ» представляет ведущего мирового производителя транспортных холодильных компрессоров – фирму «Бок», Германия 23

ЭЙРКУЛ
Современные технологии для пищевой промышленности России 24

Кокорин О.Я. **Холодоснабжение систем кондиционирования в восстановленном храме Христа Спасителя** 27

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ОВЕН»
Отечественные приборы для холодильного оборудования 30

Производителю отечественного теплообменного оборудования ОАО «Холодильная техника» – 65 лет 34

ДЛЯ ПРАКТИКОВ
Система охлаждения компрессоров Bitzer с помощью управляемого впрыска хладагента (CIC) 36

Кузьмин М.П., Бахвалов О.А., Плешанов С.А.
Современные проблемы эксплуатации аммиачных холодильных систем и пути их решения 38

GEA GRASSO
Холодильные машины для охлаждения жидкости (чиллеры) с полугерметичными аммиачными компрессорами Грассо Интернэшнл 39

В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА
Из бюллетеня МИХ 40

Выставка «Индустрия холода-2001» 44

СПЕЦТЕХСБЫТ
ООО «ПКЦ СпецТехСбыт» предлагает средства защиты органов дыхания и кожных покровов от аммиака 46

IN ISSUE:

TO THE 70TH ANNIVERSARY OF SPBGUN...
Congratulations on jubilee! 1

Baranenko A.V. **Saint-Petersbourg State University of low-temperature and food technologies: In XXI century new hopes** 2

Danilova G.N., Kletsky G.N., Plotnikov V.T., V.N., Tsvetkov O.B. **Scientific schools specialists of the Chair «Theoretical ... heat and refrigeration engineering»** 4

Burtsev S.I. **Chair of air conditioning** 8

Baranenko A.V., Kaljunov V.S. **Chair of refrigerating installations** 10

Akulov L.A. **Chair of cryogenic engine...** 12

Bukharin N.N., Ognev V.V., Lopatin M.V. **Prospects for the development of a ... size series of refrigerating machines ... heat pumps on the basis of unified ... compressors** 16

Baranenko A.V., Popov A.V., Timofeevsky L.S., Volkova O.V. **Absorption lithium-bromide heat transformers of new generation** 18

REFRIGERATION FROM «ARCTICA» 22

BOCK
Company «Simvol» presents a world producer of transport refrigeration compressors – a Germany company «Bock» 23

AIRCOOL
Modern technologies for Russian food industry 24

Kokorin O.Ya. **Heat supply of air conditioning systems in the restored Cathedral of ... the Saver** 27

PRODUCTION ASSOCIATION «OVEN»
Domestic instruments for refrigerating equipment 30

Producer of domestic heat exchangers OAO «Refrigerating technique» is 65 years old 34

FOR PRACTICAL WORKERS
System of compressors refrigeration ... by means of controlled injection of refrigerant (CIC) 36

Kuzmin M.P., Bakhvalov O.A., Pleshanov ...
Current problems of maintenance of ammonia refrigerating systems and ways their solution 38

GEA GRASSO
Refrigerating machines for chilling of liquids (chillers) with semi-hermetic ammonia compressors of Grasso International 39

AT INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION
From Bulletin of IIR 40

Exhibition «Industry of Refrigeration-2001» 44

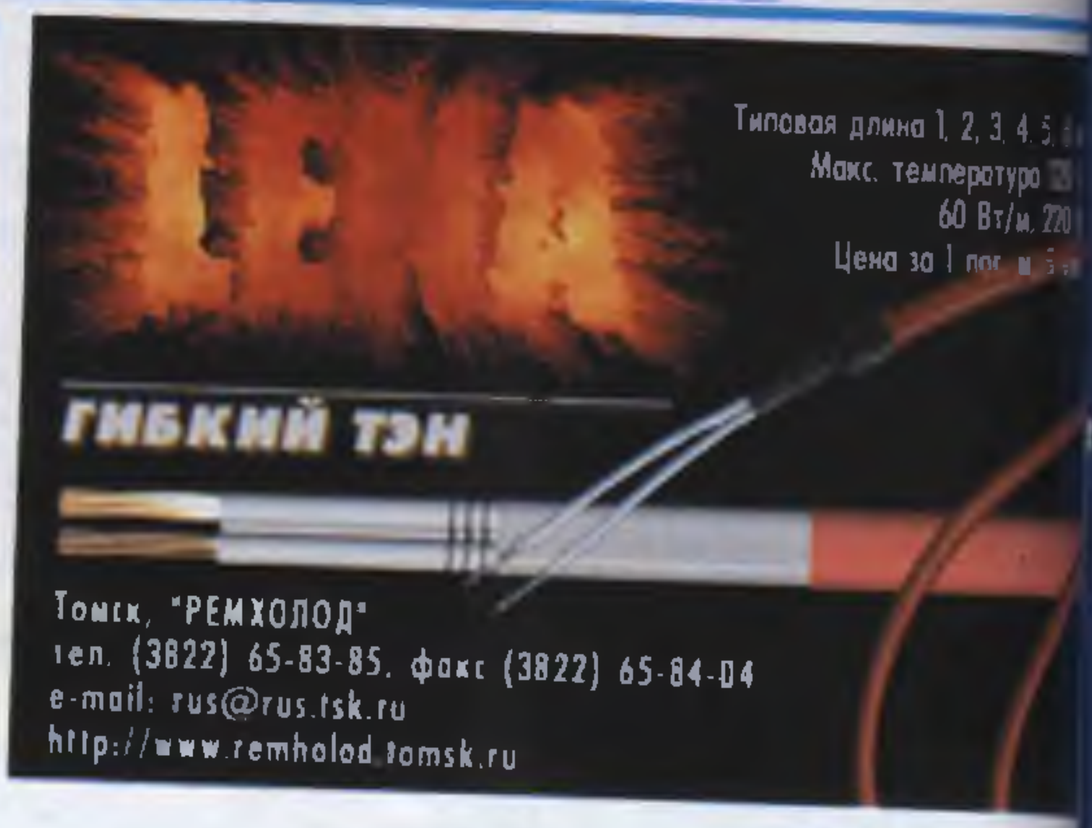
SPETSTEKHSBYT
OOO «PKTs SpetsTekhSbyt» offers means for protection of organs of respiration and skin from ammonia 46

СКАТЦЕНТР
МОСКОНВЕРСПРОМ

В связи с расширением бизнеса, компании ОАО "Москонверспром" и ООО "СКАТЦЕНТР", работающие в области кондиционирования, отопления, холодоснабжения, вентиляции, систем автоматического контроля, приглашают на работу на следующие вакансии:

- менеджер по продаже оборудования
- специалист по энергоаудиту
- инженер по подбору оборудования
- проект-менеджер.

Резюме принимаются по факсу: 254-04-65
или по e-mail: skat@aha.ru



СПбГУНиПТ 70 лет

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий: в XXI век с новыми надеждами

Д-р техн. наук, профессор ***А.В.БАРАНЕНКО,*** *ректор университета, президент Международной академии холода*

Курс руководства страны на индустриализацию и бурный рост холодильного хозяйства СССР в 20–30-е годы предопределил необходимость создания единого учебного и научного центра, который обеспечил бы развивающуюся промышленность специалистами-холодильщиками.

31 мая 1931 г. Совет народных комиссаров СССР постановлением № 431 открыл в Ленинграде в здании бывшего коммерческого училища постройки 1872 г. по Чернышеву переулку, дом 9 центр по холодильной технике – Ленинградский учебный механико-технологический холодильный комбинат, объединивший институт, рабфак и техникум.

В 1934 г. техникум и рабфак выделились в самостоятельные учебные заведения, а вуз стал называться Ленинградским институтом холодильной промышленности. В 1947 г. произошло его слияние с Ленинградским химико-технологическим институтом молочной промышленности. Объединенный вуз получил название Ленинградский институт холодильной и молочной промышленности, а в 1953 г. был переименован в Ленинградский технологический институт холодильной промышленности.

В 1981 г. в канун 50-летия за заслуги перед страной в деле подготовки квалифицированных специалистов – холодильщиков и пищевиков институт был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

В 1994 г. вуз получил статус академии и стал называться Санкт-Петербургской государственной академией холода и пищевых технологий, с декабря 1999 г. имеет статус университета и называется Санкт-Петербургским государственным университетом низкотемпературных и пищевых технологий.

В настоящее время он является крупнейшим специализированным вузом страны по подготовке специалистов-холодильщиков и самым крупным вузом Северо-Западного региона России, готовящим специалистов по технике, технологиям и экономике пищевых производств.

С момента основания вуза его возглавляли *И.Л.Ришес, Г.В.Крупин, Н.С.Беров, В.Н.Филаткин, М.К.Дорохин*. Около 25 лет (с 1973 по 1998 г.) институтом успешно руководил д-р техн. наук, проф. *И.И.Орехов*. С 1998 г. ректором является д-р техн. наук, проф. *А.В.Бараненко*.

За годы существования университета подготовлено более 35 тыс. специалистов, 2 тыс. кандидатов наук, около 100 докторов наук.

Сейчас в университете учебный процесс осуществляют 32 кафедры на факультетах:

- холодильной техники;
- техники пищевых производств;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;
- экономики и менеджмента;
- заочного обучения и экстерната.

Кроме того, имеется факультет по работе с иностранными учащимися и факультет повышения квалификации инженерных работников.

В вузе учится более 5 тыс. студентов (в том числе по 3 тыс. на дневных факультетах и 700 – по контракту), около 170 аспирантов и докторантов.

Площадь учебных корпусов университета составляет 42 тыс. м², четыре студенческих общежития занимают 33 тыс. м².

В вузе созданы все условия для успешной учебы: лаборатории оснащены необходимым оборудованием; фонд библиотеки насчитывает более 900 тыс. томов и постоянно пополняется; в учебный процесс используется 36 современных персональных компьютеров (т. е. один компьютер приходится на 10 студентов дневной формы обучения) и число их будет расти; имеется выход в Интернет; проводятся работы по созданию единой компьютерной сети, которые планируется завершить в этом году; парк компьютеров постоянно обновляется современными моделями.

Сейчас университет готовит бакалавров по семи направлениям:

- автоматизация и управление;
- теплоэнергетика;
- менеджмент;
- технологические машины и оборудование;
- технология продуктов питания;
- энергомашиностроение;
- техническая физика

и дипломированных специалистов по 12 специальностям. Подготовка будущих холодильщиков идет по специальностям:

- техника и физика низких температур;

...ильная, криогенная ... и кондиционирова-...

...плуатация и обслужи-... транспортных и техно-...ческих машин и оборудо-... (в холодоснабжении).

...шевиков готовят по сле-...ним специальностям:

• машины и аппараты пи-... производств;

• автоматизация техноло-...ческих процессов и произ-...ств;

• технология хлеба, конди-...ских и макаронных изде-...

• технология бродильных ...изводств и виноделие;

• технология консервов и ...щеконцентратов;

• технология мяса и мяс-... продуктов;

• технология молока и мо-...ных продуктов;

• пищевая инженерия ма-... предприятий;

• экономика и управление ... предприятиях пищевой ...мышленности.

Аспиранты и докторанты ...чаются в университете по ...научным специальностям. ...зом освоена учебная про-...мма «Переводчик в сфере ...фессиональной коммуни-...ции». В течение трех после-... лет более 10 % выпуск-...ков дневной формы обуче-... получили дополнительно ...ломы переводчика.

В университете работает ...сококвалифицированный ...фессорско-преподава-...ский состав: из 350 пре-...давателей 80 % имеют уче-...е степени и звания, в их ... 63 профессора, докто-... наук, 10 заслуженных дея-...лей науки и техники ...ФСР, 2 заслуженных дея-...я науки Российской Феде-...ции. За прошедший год ...сть преподавателей уни-...ситета защитили доктор-...е диссертации.

Хорошая материальная ... и квалифицированные ...ры специалистов по сис-...ам искусственного ох-...ждения (более 20 докторов ...к) позволяют вузу осуще-...лять повышение квали-фикации и переподготовку преподавателей вузов и техникумов, а также научных кадров высшей квалификации в сфере холодильных производств. Мы планируем получить лицензию на это направление деятельности факультета повышения квалификации в текущем году.

Открытие в университете новой естественно-научной специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» было продиктовано временем и стало возможным благодаря опыту научно-исследовательских работ по природоохранным мероприятиям, выполнявшимся в последние 25 лет.

Обучение по большинству специальных, а также ряду общих дисциплин осуществляется по учебникам и учебным пособиям, написанным преподавателями университета. Ряд учебников и монографий изданы за рубежом: в Германии, Польше, Китае, Японии, США и других странах.

На протяжении всей 70-летней истории в вузе наряду с подготовкой специалистов выполнялись научные исследования по соответствующим направлениям, создавались и развивались научные школы, среди которых есть и получившие международное признание.

Ученые университета внесли большой вклад в развитие теории холодильных машин: велика их роль в исследовании термодинамических циклов; совершенствовании и создании компрессоров различных типов – поршневых, центробежных, винтовых, спиральных; исследовании абсорбционных преобразователей теплоты (результаты реализованы в отечественных абсорбционных бромистолитиевых агрегатах первого и второго поколений). В последнее время большое внимание уделяется математическому моделированию режимов работы и схем холодильных установок, разработке пакета программ САПР хладоснабжения.

Широко известны научные школы по теплофизическим исследованиям свойств хладагентов, изучению тепломассопереноса в аппаратах холодильных машин и процессов тепловой и холодильной обработки пищевых продуктов. Данные по свойствам отдельных хладагентов вошли в государственные и международные стандарты.

Развиваются научные направления по созданию уравнений состояний хладагентов и криогенных жидкостей и газов, разработке хладостойких сталей, по теплофизическому приборостроению.

В течение 50 лет в вузе выполняются исследования по совершенствованию крупных воздухоразделительных установок, криогенных методов вакуумирования и расширительных машин, получению криогенных газов сверхвысокой чистоты с содержанием примесей не более $5 \cdot 10^{-9}$ объемных долей. Технология получения аргона особой чистоты методом ректификационно-адсорбционной очистки реализована в промышленности не только в нашей стране, но и в Индии и Германии. С 1985 г. начались исследования по криомедицине.

В области систем кондиционирования и жизнеобеспечения проводятся исследования по оптимизации, созданию высокоэффективных аппаратов и агрегатов. В последнее десятилетие на базе университета создан ряд крупных научно-производственных фирм по кондиционированию и вентиляции, выполняющих работы "под ключ" от инженерных решений до сдачи в эксплуатацию с последующим сервисным обслуживанием.

Отечественная школа холодильного хранения пищевых продуктов зарождалась в стенах университета в 30-годы. Исследования наших ученых в этой области постоянно пополняют науку новыми сведениями. Специалисты вуза по консервированию продуктов холодом принимают участие в выполнении международных программ.

Научные исследования по технике и технологиям пищевых производств направлены на совершенствование, разработку и создание машин, агрегатов и поточно-технологических линий для мясной, молочной, хлебопекарной, пивоваренной промышленности. Развивается научное направление по влагометрии пищевых продуктов, ведутся исследования по новым технологиям производства хлебобулочных, молочных и лечебно-профилактических продуктов, пива и безалкогольных напитков.

Ученые университета рабо-

СПбГУНиПТ

70 лет

Сейчас в университете учебный процесс осуществляют ***32 кафедры на 6 факультетах:***

- *холодильной техники;*
- *техники пищевых производств;*
- *пищевых технологий;*
- *криогенной техники и кондиционирования;*
- *экономики и менеджмента;*
- *заочного обучения и экстерната.*

Кроме того, имеется факультет по работе с иностранными учащимися и факультет повышения квалификации инженерных работников.

Библиотечный фонд составляет более 900 тыс. томов и постоянно пополняется. Имеются хорошо оборудованные читальные залы на 350 человек: общий зал, научный зал с открытым доступом к книгам, три читальных зала в студенческих общежитиях.

тают над проблемами энергосбережения, экологии, экономики и организации производства в пищевой промышленности, над социально-экономическими аспектами развития России, изучают культурное и историческое наследие нашей страны.

Разработки, выполненные в вузе, всегда были востребованы наукой и производством, о чем свидетельствуют многочисленные творческие связи и деловые отношения университета с Академией наук России, академическими центрами, вузами, НИИ, промышленными предприятиями.

Развиваются совместные работы с учебными заведениями и фирмами США, Франции, Китая, Болгарии, Польши, Венгрии, Германии, Голландии и других стран.

С 1993 г. на базе университета действует Международная академия холода (МАХ) — неправительственная самоуправляющаяся общественная организация. Она объединила более 700 известных представителей мировой науки и техники, бизнеса и менеджмента, активно влияющих на процессы развития и преобразования техники искусственного холода и пищевых производств. Коллективными членами МАХ стали более 50 предприятий, НИИ, КБ, вузов. Деятельность академии способствует укреплению международных связей ученых, координации научных исследований по системам искусственного охлаждения и пищевым технологиям и развитию соответствующих отраслей промышленности.

На протяжении 70-летней истории в университете работало и работает много выдающихся педагогов и ученых. Каждое поколение внесло свой вклад в создание научных и педагогических школ, развитие материально-технической базы, превращение вуза в крупный учебный и научный центр.

Выпускники университета трудятся на всей территории бывшего Советского Союза. Среди них министры и заместители министров, дипломаты, лауреаты Ленинских и Государственных премий, руководители крупных предприятий и организаций.

В краткой статье просто невозможно назвать фамилии всех достойных и заслуживающих огромного уважения сотрудников и выпускников нашего вуза.

Интересующимся историей университета, судьбами и делами выпускников и людей, связавших с ним свою жизнь, рекомендую прочитать монографию «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. 1931—2001 гг.», выпущенную под моей редакцией в этом году. В ней мы постарались рассказать о преподавателях, ученых, сотрудниках и выпускниках университета. В книге также содержатся воспоминания выпускников вуза разных лет, начиная с 30-х и заканчивая 90-ми годами XX в.

Нынешнее положение высшей школы России общеизвестно. Проблемы одинаковы для большинства учебных заведений: стареют кадры; практически нет резерва для замещения должностей профессорско-преподавательского состава; уровень оплаты труда существенно ниже, чем в промышленности; недостаточное финансирование не позволяет в должной мере заменять и модернизировать оборудование.

И все же, несмотря на эти трудности, деятельность коллектива нашего университета нацелена на развитие. Появившееся в обществе понимание того, что поддержка образования должна быть приоритетом государственной политики, и последние действия власти в этом направлении вселяют в нас определенный оптимизм.

Д-р техн. наук, профес
О.Б.ЦВЕТКОВ,
заведующий кафедрой ТОТ

Д-р техн. наук, профес
В.Н.ФИЛАТКИН

Кафедра «Теоретическ
основы тепло- и хладотехн
ки» была основана в 1946 г
выпускником нашего ву
Анатолием Георгиевичем Тр
чевым, в те годы кандидато
технических наук, проректо
ром института по учебной
научной работе.

Именно работами *А.Г.Тр*
чева были заложены основ
научной и образовательно
деятельности кафедры. Док
торскую диссертацию «К
вективный теплообмен
процессах плавления и з
вердевания гомогенной сре
ды» он защитил в 1956 г. В
развитием стали работы ка
федры в области тепломасс
обмена при непосредствен
ном контакте сред, нашед
шие применение при охлаж
дении бетонной смеси в
строительстве Красноярс

Научные школы и специалисты кафедры «Теоретические основы тепло- и хладотехники»

Д-р техн. наук, профессор
Г.Н.ДАНИЛОВА

Д-р техн. наук, профессор
А.В.КЛЕЦКИЙ

Канд. техн. наук, профессор
В.Т.ПЛОТНИКОВ

...Братской, Саяно-Шушенской гидроэлектростанции и гидростанции в Китае. В 1971 г. вышла монография *Н.А.Бучко* и *Г.Н.Даниловой* «Расчет температур в бетонной кладке плотин» (издательство «Энергия»), обобщившая результаты исследований в этой области. Продолжением тематики стали докторская диссертация *Н.А.Бучко* «Исследование нестационарного теплообмена при использовании холода в строительстве» (1977г.) и монография *Н.А.Бучко* и *В.А.Турчиной* «Искусственное замораживание грунтов» (1978 г.).

С конца 50-х годов на кафедре проводится изучение теплообмена при кипении и конденсации хладагентов. Основателем этой научной школы стала *Галина Николаевна Данилова*, исследования которой обобщены в ее докторской диссертации «Теплообмен при кипении фреонов», защищенной в 1968 г. Школе *Г.Н.Даниловой* получили развитие в работах ее аспирантов, посвященных физическим основам и методам теоретического описания и интенсификации теплообмена, а также совершенствованию теплообменных аппаратов.

Были исследованы механизм парообразования в пучках труб и по длине каналов, локальная теплоотдача при различных режимных параметрах; получены обобщающие уравнения и методики расчета теплоотдачи в кожухотрубных испарителях, внутри вертикальных и горизонтальных труб, щелевых каналов, а также в змеевиках. Предложены методы интенсификации теплоотдачи в испарителях и конденсаторах холодильных машин. Среди последователей школы: *А.В.Куприянова, В.А.Дюндин, В.М.Азарсков, О.П.Иванов, Ю.Н.Ширяев, Б.Б.Земсков, А.В.Боришанская, А.А.Малышев, А.И.Аникин, А.В.Тихонов, В.С.Будневич, А.Н.Расщепкин, В.В.Рохин, В.Ф.Шуршев, Н.А.Бучко, И.В.Двуреченский, В.В.Верховский* и др.

В 1998 г. ученик *Г.Н.Даниловой В.Г.Букин* защитил докторскую диссертацию «Закономерности теплообмена при конденсации и кипении неазеотропных смесей холодильных агентов». Заканчивает докторскую диссертацию *А.В.Тихонов*.

По результатам исследований издан ряд монографий:

- *А.А.Гоголин, Г.Н.Данилова, В.М.Азарсков, Н.М.Медникова.* «Интенсификация теплообмена в испарителях холодильных машин» (1982 г.);
- *Г.Н.Данилова, С.Н.Богданов, О.П.Иванов, Н.М.Медникова.* «Теплообменные аппараты холодильных установок» (1986 г.);
- *В.А.Дюндин, Г.Н.Данилова, А.В.Тихонов.* «Интенсивные теплообменные поверхности для кожухотрубных испарителей холодильных машин» (1991 г.).

А.Г.Ткачевым, Г.Н.Даниловой, Н.А.Бучко написаны главы по вопросам теплообмена для энциклопедического справочника «Холодильная техника» (1960 г.), справочника «Холодильная техника» (1980, 1985 гг.), трех изданий «Холодильные машины и аппараты» (1939, 1955 и 1960 гг.) и т.д.

Изучению теплообмена при конденсации посвящены работы *Олега Петровича Иванова*. В 1975 г. им была успешно защищена докторская диссертация «Исследование и интенсификация теплообмена в конденсаторах холодильных машин». Оригинальные исследования конденсации выполнили аспиранты кафедры *Н.Ф.Чопко, Ю.Н.Ширяев, В.О.Мамченко, В.П.Барило* и др. По итогам работ изданы монографии *В.А.Дюндина, О.П.Иванова, В.О.Мамченко* «Пластинчатые теплообменные аппараты холодильных машин» (1985 г.), «Конденсаторы и водоохлаждающие устройства» (1980 г.).

Проводившиеся на кафедре работы по исследованию процесса сублимационной сушки под вакуумом предопределили создание новой научной школы по изучению процессов тепло- и массообмена в процессах лиофилизации.

В 1966 г. основатель школы *Эдуард Иосифович Гуйго* защитил докторскую диссертацию «Исследование и разработка методов интенсификации сублимационной сушки пищевых продуктов». В дальнейшем на кафедре был выполнен комплекс работ по исследованию внутреннего массопереноса и внутреннего теплообмена при сублимационной сушке, процессов десублимации, технологических режимов сушки и т.д.

Значительный вклад в развитие школы внесли *Н.Г.Алексеев, Л.С.Малков, Ц.Д.Цветков, З.М.Комладзе, Н.В.Фомин, Г.И.Малюгин, Б.М.Менин, С.А.Сосунов, В.Б.Ржевская, И.Ю.Алексиков* и др. Были опубликованы монографии *Э.И.Гуйго* «Сублимационная сушка пище-

СПбГУНиПТ 70 лет

вых продуктов» (1966 г.), «Сублимационная сушка в пищевой промышленности» (1972 г.) и «Барабанные морозильные аппараты» (1986 г., совместно с *Л.С.Малковым* и *Н.В.Фоминым*). Завершает работу над докторской диссертацией *С.А.Сосунов*.

Научная школа *Владимира Николаевича Филаткина* сформировалась на кафедре как результат многолетних исследований в области тепломассообмена, послуживших основой оптимизации контактных аппаратов, создания эффективных систем концентрирования жидких пищевых продуктов, опреснения воды, утилизации отходов промышленных производств. Докторская диссертация *В.В.Филаткина* «Исследования теплообмена при непосредственном контакте сред в аппаратах, применяемых в холодильной и других отраслях промышленности» (1971 г.) развивала предыдущие работы кафедры, в частности, по теплообмену при охлаждении бетонной массы плотин и наметила направления дальнейших исследований, послуживших основой диссертаций *В.Т.Плотникова*, *И.И.Пилипа*, *И.М.Мухтарова*, *А.Е.Семенова* и др. Возникло новое направление — пароводяные тепловые насосы с контактными аппаратами для целей теплоснабжения и получения технологического пара. Монография *В.Т.Плотникова* и *В.Н.Филаткина* «Разделительные вымораживающие установки» (1987 г.) обобщила большой цикл работ этой школы.

Исследования свойств холодильных агентов на кафедре, начатые еще в 1948 г. *Г.Н.Даниловой*, в дальнейшем привели к созданию двух новых научных школ, одну из которых возглавляет *Александр Владимирович Клецкий*, вторую — *Олег Борисович Цветков*.

Работы *А.В.Клецкого* посвящены исследованиям термодинамических свойств холодильных агентов. В 1970 г. вышла монография *А.В.Клецкого* «Теплофизические свойства фреона-22», в 1978 г. — монографии «Аммиак» и «Фреон-22» (в серии «Таблицы термодинамических свойств газов и жидкостей»), а в 1985 г. совместно с *Н.С.Ершовой* им опубликованы аттестованные таблицы «Аммиак жидкий и газообразный. Плотность, энтальпия, энтропия и изобарная теплоемкость при температурах 60...350 °С и давлениях 0,01...50 МПа».

В 1978 г. *А.В.Клецкий* защитил докторскую диссертацию «Исследование и описание взаимосогласованными уравнениями термодинамических свойств и вязкости холодильных агентов». Успешно защищены кандидатские диссертации по свойствам хладагентов *Н.С.Ершовой*, *С.Т.Бутырской*, *Н.Г.Сагайдаковой*, *Т.И.Рябушевой* и др. В этом же направлении проводил работы *Е.Т.Васьков*.

Неравновесные свойства газов и жидкостей, прежде всего хладагентов, — тематика работ группы *О.Б.Цветкова*. Развивали направление *И.А.Васильков*, *С.В.Же-*

лезняков, *Ю.А.Лаптев*, *Б.Г.Марковцев*, *А.Ж.Асанбаев*, *К.А.Наумов* и др. О. *Цветков* в 1983 г. защитил докторскую диссертацию «Теплопроводность холодильных агентов и их смесей в широком диапазоне параметров состояния». Опубликованы его монографии «Теплопроводность холодильных агентов» (1984 г.), «Современное состояние и перспективы развития измерений теплопроводности жидкостей и газов» (1986 г.) и «Экологически чистые холодильные агенты» (1991 г.). Совместно с *Ю.А.Лаптевым* изданы аттестованные таблицы «Коэффициенты теплопроводности, динамической вязкости, изохорная теплоемкость и коэффициенты самодиффузии» хладагентов R113, R114, R115 (1987 г.), R12 (1988 г.), R22 (1991 г.), R502 (1991 г.) опубликованы «Методы расчета свойств переносных рабочих тел холодильной техники» (1988 г.). Значительный этап работ этого направления обобщит докторская диссертация, завершаемая *Ю.А.Лаптевым*.

В рамках научных школ кафедры защищено почти кандидатских диссертаций, опубликовано более тысячи статей, полсотни учебников, задачников, монографий, справочников и учебных пособий.

В последние годы усилия кафедры были направлены на решение задач энерго- и ресурсосбережения. Значительный интерес представляют исследования теплообмена при фазовых переходах на поверхностях со специальной микрогеометрией (в частности, с искусственными центрами парообразования). Применение подобных методов интенсификации теплообмена повышает эффективность системы и существенно снижает ее массо-габаритные характеристики.

Одним из перспективных направлений совершенс-

вания сублимационных производств стало применение вторичных энергоресурсов. Низкотемпературный кондуктивный теплоподвод с использованием источников «бросовой» теплоты обеспечивает не только снижение энергозатрат, но и гарантирует высокое качество сублимированного продукта.

С 1987 г. кафедра включилась в реализацию проблем, связанных с заменой озоноразрушающих хладагентов, и прежде всего R12. Совместно с РНЦ «Прикладная химия» и Центром холодильного оборудования (Санкт-Петербург) разработан отечественный смесевой хладагент, показавший высокую энергетическую эффективность и надежность при ретрофите. Исследованы процессы теплообмена при применении другой смесевой композиции, предложенной Астраханским государственным техническим университетом.

В феврале 2000 г. по инициативе кафедры прошел Международный семинар, посвященный аммиаку как одному из самых перспективных хладагентов XXI в., в феврале 2001 г. – Международная научно-техническая конференция «Диоксид углерода – новые горизонты». Открываются новые перспективы промышленной реализации разработок кафедры по экологически безопасным пароводяным тепловым насосам, расширяется круг работ по изучению свойств альтернативных хладагентов – аммиака и углеводородов.

При кафедре на базе фирм, занимающихся монтажом современного холодильного оборудования, создан Научно-технологический парк, оказывающий консультативную и практическую помощь предприятиям.

На кафедре в настоящее время успешно трудятся 25 сотрудников, 14 преподавателей. В нынешнем преподавательском составе кафедры практически все либо ее выпускники, либо закончили на кафедре аспирантуру и защитили диссертации. Продолжая традиции, заложенные *А.Г.Ткачевым*, кафедра успешно сочетает жизненный и профессиональный опыт старшего поколения с энергией молодости: среди преподавателей как холодильщики с мировым именем – *Г.Н.Данилова* и *В.Н.Филаткин*, так и совсем молодые кандидаты и аспиранты – *В.В.Верховский, И.Ю.Алексиков, В.В.Митропов, Д.Ю.Ильин*. Кафедра учит студентов по учебникам, задачникам, учебным пособиям, написанным ее преподавателями. Только за последние десять лет изданы:

- Теоретические основы хладотехники. Часть I. Термодинамика/Э.И.Гуйго, Г.Н.Данилова, В.Н.Филаткин, О.Б.Цветков, О.П.Иванов, С.Н.Богданов, А.В.Клецкий, В.Т.Плотников; Под ред. Э.И.Гуйго. – М.: Колос, 1994.
- Теоретические основы хладотехники. Часть II. Тепломассообмен/Э.И.Гуйго, В.Н.Филаткин, Г.Н.Данилова, С.Н.Богданов, О.Б.Цветков, Н.А.Бучко, В.Т.Плотников; Под ред. Э.И.Гуйго. – М.: Колос, 1994.
- Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности/Г.Н.Данилова, В.Н.Филаткин, М.Г.Щербов, Н.А. Бучко. – М.: Колос. 4-е изд., 1995.
- Сборник задач по технической термодинамике/С.Н.Богданов, А.В.Клецкий, А.В.Куприянова. – СПб.: СПбГАХПТ, 1995.
- Теплофизические свойства и диаграммы альтернативных холодильных агентов/О.Б.Цветков, А.В.Клецкий, Ю.А.Лаптев. – СПб.: СПбГАХПТ, 1997.
- Холодильная техника. Свойства веществ: Справочник/С.Н.Богданов, С.И. Бурцев, О.П.Иванов, А.В. Куприянова. – СПб.: СПбГАХПТ. – 4-е изд., 1999.

Кафедра располагает учебно-лабораторной базой, оснащена современной вычислительной техникой. Это результат деятельности нескольких поколений сотрудников, вложивших в ее создание огромный труд. Среди них *В.К.Бельский, С.Я.Фогель, В.Б.Данин, Н.Н.Держунин, Г.И.Малюгин, Р.В.Клюева, Ю.А.Лаптев, В.В.Митропов, В.Н.Федоров* и многие другие.

Среди сотрудников кафедры есть заслуженные деятели науки и техники России, члены Международной академии холода, Международного института холода, Международного союза по фундаментальной и прикладной химии, Инженерной академии Санкт-Петербурга, четырех диссертационных советов.

Многие достижения кафедры были бы невозможны без тесного сотрудничества с ведущими вузовскими и производственными коллективами. В сентябре 2001 г. кафедре исполняется 55 лет. Все эти годы продолжаются добрые отношения, начатые еще *А.Г.Ткачевым* и *М.П.Вукаловичем*, с коллективом кафедры ТОТ Московского энергетического института. Кафедра активно сотрудничает с Одесской академией холода и Одесской академией пищевых технологий, с ВНИХИ, ВНИИхолодмашем, Московским государственным университетом прикладной биотехнологии, с МГТУ им. Н.Э.Баумана, Санкт-Петербургским университетом точной механики и оптики, с Санкт-Петербургским, Астраханским и Архангельским техническими университетами, с Институтом проблем энергетики НАН Беларуси, Институтом теплофизики СО РАН, Могилевским технологическим институтом (Беларусь), ВНИИЦМВ, ВНИИМ, университетами Праги, Софии, Ганновера, Амстердама, Мерилендским университетом (США). Кафедра основала и возглавляет секцию «Теоретические основы холодильной и криогенной техники» МАХ и Рабочую группу «Свойства хладагентов» Научного совета РАН по проблеме «Теплофизика и теплоэнергетика», ее представители входят в состав комиссий и Научного совета МИХ (Париж).

Результаты научной деятельности кафедры известны в России и за рубежом, докладывались на всесоюзных, всероссийских и международных совещаниях и конгрессах. В последние годы они были представлены на Российской научной конференции по теплообмену (Москва, 1998 г.), на Международных конференциях «Холодильная техника России» (Санкт-Петербург, 1992–1998 гг.), на заседаниях комиссий МИХ в Астрахани, Софии, на Годичных собраниях МАХ (Санкт-Петербург), на 11, 12 и 13-м симпозиумах в Колорадо (США), на 12, 13 и 14-м Европейских симпозиумах по теплофизическим свойствам (Португалия, Италия, Франция), на заседаниях комиссий ИЮПАК (Боулдер, 1994 г., Амстердам, 1998 г.), на XIX и XX Международных конгрессах по холоду (Голландия, Австралия).

Сегодня кафедра продолжает активную творческую деятельность, в основе которой – учебный процесс, наука и издательская работа. Только в 2000 г., готовясь к юбилею университета, кафедра подготовила к изданию монографию, два тома справочника, сборник научных трудов кафедры и учебные пособия. Впереди – третье тысячелетие. Все только начинается.

СПбГУНиПТ 70 лет

Кафедра кондиционирования воздуха

Д-р техн. наук, профессор **С.И.БУРЦЕВ,** *заведующий кафедрой*

В 1947 г. в институте была основана кафедра санитарной техники. Первые два года ее возглавлял профессор *А.Н.Будняков*, а с 1948 по 1967 г. – профессор *Р.М.Ладыженский*, при котором с 1961 г. она стала именоваться кафедрой кондиционирования воздуха, санитарной техники и охраны труда.

С 1967 по 1977 г. кафедрой руководил профессор *В.Н. Языков*. С 1975 г. она стала кафедрой кондиционирования воздуха. С 1977 г. кафедрой заведовал профессор *О.П.Иванов*, а на стыке двух тысячелетий в 2000 г. кафедру возглавил ее бывший выпускник (1975 г.) профессор *С.И.Бурцев*. С 1988 г. она называлась кафедрой машин, аппаратов и систем кондиционирования, а сейчас это снова кафедра кондиционирования воздуха.

Большую роль в становлении и развитии кафедры сыграли профессора *А.А.Гоголин*, *О.П. Иванов*, *А.А.Рымкевич*, *А.Г.Сотников*, *Ю.Н.Цветков*, *В.Н.Языков*; доценты *О.Н.Вавилин*, *Н.Я.Кяо*, *Д.М.Сатановский*, *О.С.Шаган*, *В.М.Черепанов*; преподаватели *А.Т.Акимов*, *Т.Н.Бегунова* и многие другие.

В настоящее время на кафедре работают профессора *С.И. Бурцев*, *О.П.Иванов*, *А.Г. Сотников*, *Ю.Н.Цветков*; доценты *А.Л.Емельянов*, *О.П. Кректунов*, *В.И.Лысев*, *В.Е.Минин*, *Н.М.Трубников*; преподаватели *А.А.Тихонов*, *В.И.Терещенко*; инженеры *Л.И.Венерова*, *Г.А.Круглов*, *О.М.Ованесова*, *Т.А.Соболева*. Завершают работу над докторскими диссертациями доценты *А.Л.Емельянов* и *Н.М.Трубников*, а преподаватель *А.А.Тихонов* в скором времени будет защищать диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В 1974 г. кафедра становится выпускающей, значительно расширяется число читаемых специальных дисциплин, идет углубленная профессиональная подготовка студентов по двум направлениям: промышленные и транспортные системы кондиционирования воздуха. На кафедре проводятся научно-исследовательские работы, формируются собственные научные школы.

Одна из первых – школа профессора *Ю.Н.Цветкова* по применению эффекта Пельтье в холодильной технике. На ее научной основе разработаны термоэлектрические системы кондиционирования воздуха для специальных объектов. По этой тематике на кафедре защищено более 10 кандидатских и две докторские диссертации (*Т.А. Исмаиловым* и *А.Б.Сулиным*), написаны две монографии – *Ю.Н.Цветков*, *С.С.Аксенов*, *В.М.Шульман* «Судовые термоэлектрические охлаждающие устройства» (1972 г.) и *Ю.Н.Цветков*, *Т.А.Исмаилов* «Термоэлектрические системы кондиционирования воздуха и приборы контроля» (1988 г.).

Широкую известность получили работы школы профессора *А.А.Рымкевича*, посвященные вопросам системного анализа и оптимизации систем кондиционирования. Результаты исследований изложены в монографиях: *А.А.Рымкевич*, *М.Б.Халамейзер* «Управление системами кондиционирования воздуха» (1977 г.) и *А.А.Рымкевич* «Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха» (1990 г.).

Чрезвычайно интересны и значительны в научном и практическом плане работы, выполненные школой профессора *О.П.Иванова*. Сотрудники кафедры и аспиранты вели и ведут масштабные исследования различных теплообменных аппаратов для систем кондиционирования, в том числе пластинчатых утилизаторов теплоты. Некоторые результаты ранее выполненных работ изложены в учебных пособиях *О.П. Иванова* «Тепло- и массообмен в аппаратах систем кондиционирования воздуха» (1977 г.), «Оборудование систем кондиционирования воздуха» (1984 г.) и в монографии «Конденсаторы и водоохлаждающие устройства» (1980 г.).

Нельзя не упомянуть и о работах профессора *О.П.Иванова* по термодинамическому (эксергетическому) анализу систем кондиционирования. Результаты исследований нашли отражение в выпущенных им учебных пособиях «Термодинамический анализ эффективности судовых систем кондиционирования воздуха» (1987 г.) и «Оптимизация оборудования и транспортных систем кондиционирования и жизнеобеспечения» (1994 г.).

Школа профессора *А.Г.Сотникова* получила известность работами в области автоматизации и управления системами кондиционирования. Им подготовлены и в 1984 г. изданы монографии «Системы кондиционирования и вентиляции с переменным расходом воздуха» и «Автоматизация систем кондиционирования воздуха и вентиляции». Многолетний опыт обоснования принципиальных решений систем и выбора их основных элементов (от исходных данных и расчетных данных и вплоть до управления) *А.Г.Сотников* изложил в рукописи новой, подготовленной им монографии.

В последние два года под руководством профессора *С.И. Буравого* ведутся интенсивные разработки систем кондиционирования воздуха для пассажирских вагонов поездов. Полученные результаты вызвали интерес в Министерстве пу-

ения. Исследования ляются, часть разработ находится в стадии се внедрения.

Только за последние годы ные перечисленных выше ликаций изданы следую учебники, учебные посо и монографии:

• *О.П.Иванов, В.О.Мамченко.* родинамика и вентилято (1980 г.);

• *Ю.Н.Цветков, С.И.Бурцев.* «Кондиционирование воздуха» (1986 г.);

• *В.Е.Минин.* «Инженерные системы промышленных и жи зданий» (1987 г.);

• *В.Е.Минин.* «Эффективные системы отопления зданий» (1988 г.);

• *О.П.Иванов.* «Теоретичес основы кондиционирова и жизнеобеспечения» (1997 г.);

• *С.И.Бурцев, Ю.Н.Цветков.* «Влажный воздух. Состав и свойства» (1998 г.);

• *С.Н.Богданов, С.И.Бурцев, О.П.Иванов, А.В.Куприянова.* «Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ» (1999 г.).

В 1997 г. выпущен сборник научных трудов «Проблемы и перспективы развития систем кондиционирования», в котором рассматриваются последние достижения в области энергосбережения, оптимизационные задачи, вопросы математического моделирования и эксергетического анализа, а также системы биоклимата.

Большое внимание на кафедре уделяется разработке и реализации алгоритмов для создания системы автоматизированного проектирования (САПР).

Диаграмма влажного воздуха, созданная совместно с ЗАО «Бюро техники кондиционирования и охлаждения» (*А.В. Волков* и *А.А.Тихонов*), дает возможность определять все его параметры, в том числе энтропию и эксергию для различных состояний.

Программа аэродинамического расчета разветвленных сетей воздуховодов (*А.В.Волков*) позволяет выполнить полный аэродинамический анализ систем вентиляции и кондиционирования воздуха с использованием при расчетах высокопроизводительных рекурсивных процедур.

Программа определения годовых ресурсов СКВ дает объективную основу для выбора наиболее рационального из ряда альтернативных вариантов системы (В.И.Лысёв).

Программа «Универсальный проектировщик» (*А.В.Волков, Ю.Н.Цветков*) позволяет по исходным данным для различных периодов года построить процессы обработки воздуха в *i,d*- диаграмме и определить тепловлажностные нагрузки на теплообменные аппараты систем.

Дисциплина «Кондиционирование воздуха» синтетическая. Углубление исследователя в тот или иной ее раздел дает важные для практики результаты. Так, например, эффект Авдеевой позволяет в значительной степени пересмотреть аэродинамические схемы средств воздухораспределения как в системах комфортного кондиционирования – купе вагонов, каюты и рубки на судах и т. д., так и в специальных и технологических системах — камерах созревания твердых сыров.

Участие студентов в проведении научных исследований оживляет и стимулирует учебный процесс и дает возможность молодым и пытливым умам получить первые, а значит, и очень ценные в эмоциональном плане научные результаты.

Недавно в СПбГУНиПТ открыта специальность 101700 «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование» с двумя специализациями:

• машины и аппараты систем кондиционирования;

• системы кондиционирования и жизнеобеспечения.

В учебном плане помимо традиционных, но обновленных дисциплин, таких как «Основы теории кондиционирования», «Машины и аппараты систем кондиционирования и жизнеобеспечения», «Системы кондиционирования и жизнеобеспечения», предусмотрены дисциплины, определяемые потребностями сегодняшнего дня: «Производственный менеджмент отрасли», «Приборы и техника измерений, математическое моделирование систем кондиционирования воздуха», «Энергосберегающие технологии систем кондиционирования и жизнеобеспечения» и др.

Для хорошо успевающих студентов кафедра совместно с Союзом выпускников ЛТИХП организует факультативы по проектированию систем кондиционирования, вентиляции и других инженерных систем в AUTOCAD 14 (2000), работу с АРВ 2.0, лекции по нетрадиционным источникам энергии и др.

По направлению 55270 «Энергомашиностроение» предусматривается подготовка бакалавров и магистров в области техники и технологии систем кондиционирования и жизнеобеспечения, причем эта подготовка должна вестись с узконаправленной специализацией, с углубленным изучением специальных дисциплин, например акустики, воздухораспределения, аэродинамики и т. д.

В ближайшее время будет решен вопрос о создании на кафедре сверхштатной аспирантуры, что позволит наиболее способных студентов привлекать в студенческое научное общество и затем зачислять в аспирантуру при кафедре.

Важно отметить, что в настоящее время кафедра очень тесно сотрудничает с рядом предпринимательских структур, профессионально занимающихся проектированием, монтажом, наладкой и испытанием систем кондиционирования воздуха: ЗАО «Бюро техники кондиционирования и охлаждения» (директор канд. техн. наук В.Л.Кипнис, выпускник 1987 г.); ЗАО «Мир холода» (директор А.Ф.Дроздов, выпускник 1979 г.); ЗАО «Компонент» (руководитель А.П.Верболоз), ЗАО «Процессор» (руководитель А.В.Хандобин, выпускник 1992 г.) и др. Отметим, что высший и средний руководящий состав этих организаций – выпускники нашей кафедры или университета.

Результат сотрудничества для кафедры очевиден: за сравнительно короткий промежуток времени модернизирована учебно-лабораторная база: установлены новое современное оборудование, демонстрационные средства автоматизации и управления системами кондиционирования; произведен ремонт помещений кафедры; усовершенствован компьютерный класс; организуется аудитория для самостоятельной работы студентов с необходимой технической, методической и другой литературой и техникой. Созданы условия для плодотворной педагогической и научной деятельности преподавателей. Тесное сотрудничество с фирмами позволяет решать вопросы студенческой практики – от ознакомительной до преддипломной, а также вопросы трудоустройства.

Коллектив кафедры оптимистично, что не совсем характерно в наше время для высшей школы, смотрит в будущее. Тактическая и стратегическая перспектива на кафедре разработана. Оживление строительства жилых и промышленных объектов обеспечивает спрос на хорошо и современно подготовленных специалистов в области техники кондиционирования. Задача преподавательского состава кафедры – обеспечить высокий уровень подготовки студентов.

СПбГУНиПТ

70 лет

Кафедра холодильных установок

Д-р техн. наук, профессор
А.В.БАРАНЕНКО,
ректор университета,
заведующий кафедрой

Кафедра «Холодильные установки» была организована в 1933 г. после разделения кафедры «Холодильные машины и установки», которую возглавлял с 1931 г. чл.-кор. АН СССР *А.А.Саткевич*. Создание новой кафедры было обусловлено возросшей потребностью быстроразвивающихся отраслей пищевой промышленности и холодильного хозяйства в инженерных кадрах в области производства и применения искусственного холода.

Первым руководителем кафедры стал профессор *В.И.Глаголев*. Впоследствии заведующими кафедрой были профессора *Е.С.Курылев* (с 1950 г.), *Н.А.Герасимов* (с 1956 г.), *В.В.Оносовский* (с 1982 г.) С 1997 г. кафедру возглавляет д-р техн. наук, профессор *А.В.Бараненко*.

Одной из первых задач, решением которой занялась кафедра, было совершенствование теплоизоляционных конструкций охлаждаемых сооружений. Этапным моментом данной работы можно назвать создание измерителя малых тепловых потоков (*В.И.Глаголев, З.З.Альперович*). Этот прибор выпускался на протяжении нескольких десятилетий в мастерских вуза и использовался на предприятиях страны. Накопленный опыт и достижения техники позволили в 90-х годах разработать более мобильную конструкцию измерителя. Совершенствованием изоляционных конструкций холодильников продолжали заниматься на кафедре *М.М.Голянд* (им написана монография «Расчеты и испытания тепловой изоляции», переведенная в Румынии), *Б.И.Карпов, А.А.Полежаев, Е.С.Курылев, А.Я.Эглит, А.С.Пивинский, Г.А.Хейсо, Е.В.Иванова-Скобликова, В.П.Малышев*. Последним совместно с соавторами написаны монографии: «Эксплуатация и восстановление теплоизоляционных конструкций холодильников», «Здания холодильников и пищевых производств».

Исследования холодильного технологического оборудования, камер охлаждения и замораживания мяса возглавил *Н.А.Герасимов*. В 1968 г. при кафедре холодильных установок была создана отраслевая научно-исследовательская лаборатория Министерства мясной и молочной промышленности. Активно работали над задачами, поставленными перед лабораторией, *Е.С.Курылев* и *В.В.Оносовский, В.А.Тейдер, Б.П.Малеванный, Ю.Д.Румянцев, Ю.В. Осипов, В.С.Калюнов, В.С.Соколов, П.Ф. Крупененков, В.И.Мачулин*.

Разработанная *Е.С.Курылевым* система замораживания пельменей в морозильных шкафах безотказно работала на Ленинградском мясокомбинате несколько десятилетий. В лаборатории была создана воздушно-радиационная система охлаждения и замораживания мяса, реализованная впоследствии на нескольких мясокомбинатах страны. При участии *В.А.Тейдера* для Ленинградского мясокомбината был сконструирован скороморозильный аппарат непрерывного действия по замораживанию пельменей и фрикаделек на стальной ленте. Результаты работ были обобщены в учебном пособии (*В.И.Глаголев* совместно с *В.В.Лутковским, А.А.Полежаевым, К.П.Скугарем*) «Холодильные установки» в трех книгах, изданных в 1934, 1936, 1938 гг.

В 1961 г. *Е.С.Курылевым* и *Н.А.Герасимовым* было ...щено учебное пособие ... вузов «Холодильные ... новки», получившее ... кое распространение и ... знание. В 1970 г. вышло ... реработанное, расширен... и утвержденное в качест... учебника второе изда... этой книги, в 1980 г. – трет... в 1999 г. – четвертое, а сос... авторов пополнился ... *Оносовским* и *Ю.Д.Р...вым*.

Выполненные на кафе... исследования нашли от... жение в статьях, авторск... свидетельствах, отмечен... дипломами и медал... ВДНХ, а также вошли в ... нографии и учебные по... бия:

- *М.М.Голянд, Б.П.Мал... ванный*. «Холодильное техн... логическое оборудование»;
- *М.М.Голянд, Б.П.Ма... ванный, М.З.Печатников, В.Т.Плотников*. «Сборник примеров расчетов и лабор... горных работ по курсу «Хо... лодильное технологическ... оборудование»;
- *Н.А.Герасимов, Ю.Д.Р... мянцев*. «Радиационные ох... лаждающие системы в мя... ной промышленности»;
- *П.А.Герасимов, С.И.Бел... ев, Ю.Д.Румянцев*. «Моделир... рование процесса охлажд... ния мяса с целью его опти... мизации»;
- *Ю.Д.Румянцев, И.А.Ско... робогатова*. «Повышение эффективности работы ох... лаждающих приборов при ... инеобразовании»;
- *Е.А.Ротгольц, М.В.Шаб... лаев, А.У.Шингисов*. «Опти... мизация режимов работы ка... мер холодильной обработки ... и хранения замороженного ... мяса»;
- *Н.А.Герасимов, Ю.В.Оси... пов, С.И.Яновский* и др. «Эк... сплуатация холодильников».

С момента создания ка... федры проводились также

Канд. техн. наук, доцент
В.С.КАЛЮНОВ

...сования схемных ре... систем охлаждения ...скольким направлени...

- совершенствование бы... абсорбционных холо...ников (*Е.С.Курылев, ...Третьяков, С.И.Суренов, ...Долотов, В.М.Янченко*);
- оптимизация техноло...ческих решений произ...ства и использования хо... в пищевой, нефтепере...атывающей и других от...слях промышленности (*Е.С.Курылев, В.В.Лутковский, Е.Л.Федотов, Е.Т.Петров, Ю.В.Осипов, В.С.Соколов, М.З.Печатников, В.И. Мачулин, Э.Л.Лихтенштейн*);
- разработка схемных ре...ний промышленных аб...рбционных установок (*В.В.Оносовский, И.Н.Бахарев, В.Е.Федотов*);
- снижение энергетичес... затрат при циркуляции ...лохладоносителей, хлада...тов и уменьшение их кор...зионной активности (*А.В. ...ченко, Е.Т.Петров*).

Эти работы позволили ...ганизовать выпуск встро...ого в мебель холодильни...-бара «Ладога 40» и одной ...модификаций галогенной ...пы для поиска утечек из ...оновых холодильников. ...нескольких распредели...ных холодильниках был ...новлен измеритель холо...производительности, что ...волило повысить эффек...ность эксплуатации холо...льного оборудования.

...А.Герасимовым, Ю.В. ...овым, В.В.Олейником ...ли разработаны и внедре... в промышленность гид...циклоны для отделения ...ла в насосных схемах по... хладагента в испари...ную систему, применяе... и в системах с косвен... охлаждением.

Сотрудниками кафедры ...местно с НПО «Спутник» ...ли созданы новые конст...ции бытовых абсорбци...ных холодильников типа ...ога», эффективность последних модификаций которых не уступает мировым образцам.

В.С.Калюновым разработан пакет программ для расчета схемных решений разветвленных систем непосредственного и косвенного охлаждения. Внесены изменения в схемы систем хладоснабжения предприятий России, Латвии, Литвы, Эстонии, Беларуси, Украины, что позволило повысить их эффективность и безопасность эксплуатации.

Многие решения были признаны изобретениями.

Работы велись в сотрудничестве с научно-исследовательскими и проектными организациями: ВНИПИнефть, ВНИИОС, Гипрокаучук, Ленгипромясомолагропром, ВНИКТИТ, ВНИХИ, ЛенНИИхиммаш, ГИПХ, ВНИИгаз, Дальрыбвтуз.

Среди печатных работ, отражающих эту часть исследований, можно отметить монографии:

- *В.В.Лутковский*. «Повышение надежности работы холодильных установок»;
- *В.С.Калюнов, В.И.Мачулин, Ю.Д.Румянцев* и др. «Рекомендации по проектированию холодильных установок мясной и молочной промышленности»;
- *Л.А.Забодалова, В.С.Калюнов, В.В.Олейник, В.И.Филиппов, А.Я.Эглит*. «Рекомендации по проектированию холодильных установок пищевых производств малых объемов»;
- *В.И.Мачулин*. «Пути повышения эффективности работы охлаждающих систем холодильников»;
- *В.С.Калюнов, В.И.Мачулин*. «Распределение хладагента в системах холодильных установок»;
- *Ю.Д.Румянцев*. «Современные схемы холодильных установок»;
- *Э.Л.Лихтенштейн* и др. «Различные области применения холода».

Исследования в области автоматизации холодильных установок проводились *Е.С. Курылевым, С.И.Яновским, Е.А.Ротгольцем*. Полученные результаты легли в основу учебного курса «Автоматизация холодильных установок», монографий и учебных пособий:

- *Е.С.Курылев, С.И.Яновский*. «Проектирование систем автоматизации холодильных установок»;
- *Е.С.Курылев*. «Системы оттаивания инея с поверхности охлаждающих приборов»;
- *Е.С.Курылев, С.И.Яновский*. «Автоматическое регулирование влажности воздуха в холодильных камерах хранения охлажденных пищевых продуктов»;
- *Я.Н.Аршанский, С.И. Яновский*. «Монтаж и эксплуатация приборов автоматики холодильных установок»;
- *С.И.Яновский, А.И.Васильев*. «Автоматизация холодильных установок».

Разработкой систем автоматизированного проектирования холодильных установок занимались *Е.С.Курылев, В.В.Оносовский, Е.Т. Петров, А.А.Крайнев, И.Н. Бахарев, Е.А.Ротгольц, В.С.Калюнов, С.С.Конин, К.К.Пыхачева*. Под руководством *Е.Т.Петрова* была разработана подсистема «Холод» САПР нефтехимической промышленности. На основе разработок написаны монографии, учебные пособия:

- *В.В.Оносовский*. «Моделирование и оптимизация холодильных установок»;
- *В.В.Оносовский, А.А. Крайнев*. «Оптимизация режима работы одноступенчатых компрессорных холодильных установок».

Сотрудники кафедры неоднократно выступали на республиканских, всесоюзных и международных конференциях, их разработки ежегодно экспонировались на ВДНХ и были отмечены золотыми, серебряными, бронзовыми медалями и дипломами.

По итогам научно-исследовательских работ за последние годы на кафедре были защищены две докторские и более 20 кандидатских диссертаций. В аспирантуре обучались и защитили диссертации граждане Румынии, Болгарии, Египта, Сирии, КНДР, Польши.

Лабораторная база начала создаваться с момента организации кафедры. В состав кафедры входит несколько учебных лабораторий:

эксплуатации холодильных установок;

ремонта и монтажа;

автоматизации холодильных установок;

торговых и бытовых холодильников;

тепловой изоляции;

вычислительная.

Лаборатория эксплуатации холодильных установок, созданная *Н.А.Герасимовым и А.С.Пивинским*, работает с 1950 г. Вначале она была оснащена промышленными аммиачными холодильными установками, а после 1978 г. пополнилась отечественным и импортным фреоновым оборудованием.

Лаборатория автоматизации холодильных установок располагает современными приборами контроля и управления. В ней установлены стенды для снятия характеристик терморегулирующих вентилей, реле температуры и давления. Один из стендов укомплектован приборами контроля и регулирования фирмы Danfoss.

Вычислительная лаборатория кафедры функционирует с 1976 г. и оснащена персональными ЭВМ. В учебном процессе используются как общеизвестные пакеты программ, так и оригинальные учебные программы, составленные *В.В.Оносовским, В.Е.Федотовым, С.С.Кониным, В.С. Калюновым, В.Ю. Осиповым, М.В.Шаблаевым, А.В. Ряховским*. Среди программ

СПбГУНиПТ 70 лет

можно отметить пакеты обучающих и тестирующих программ «Checker», «SkMath2», «Тренажер», «Подбор батарей», «Подбор компрессоров», «Подбор изоляции», «Насосная испарительная система».

Сейчас кафедра холодильных установок осуществляет подготовку студентов всех форм обучения и выпуск инженеров по специальностям:

- 070200 «Техника и физика низких температур» со специализацией «Холодильные машины и установки»;
- 230100 «Эксплуатация и обслуживание транспортных и технологических машин и оборудования (в хладоснабжении)».

Преподаватели кафедры также читают курсы лекций для студентов, обучающихся по специальности «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование» (специализация «Холодильные машины и установки»).

Курсы «Холодильные установки» и «Автоматизация холодильных установок» разработаны профессором *Е.С.Курылевым*, курсы «Моделирование холодильных установок» и «Основы систем автоматизированного проектирования холодильных установок» – профессором *В.В.Оносовским*. Профессором *А.Я.Эглитом*, доцентами *И.Н.Бахаревым*, *Б.Н.Малеванным*, *В.С.Соколовым*, *А.А.Крайневым*, *В.С.Калюновым* составлены курсы «Хладоснабжение пищевых производств», «Холодильное технологическое оборудование» для технологических специальностей «Технология мяса и мясопродуктов», «Технология консервов и пищеконцентратов», «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», «Технология бродильных производств и виноделие» и «Технология молока и молочных продуктов», учитывающие специфику использования холода в конкретных пищевых отраслях.

Преподаватели кафедры проводят занятия со слушателями факультета повышения квалификации инженерных и руководящих работников.

Сотрудники кафедры избирались членами Международного института холода, являются членами Международной академии холода, научно-технических советов, редакционных коллегий научно-технических журналов.

Широта научных интересов и практическая востребованность исследований позволяют сотрудникам кафедры с уверенностью смотреть в будущее.

В лаборатории эксплуатации холодильных установок

В лаборатории автоматизации холодильных установок

Канд. техн. наук
профессор Л.А.АКУЛОВ
заведующий кафедр

В 50-х годах XX века в ос
новных отраслях науки и
техники началось интенсив
ное развитие новых техно
логий, в значительной сте
пени связанных с использо
ванием криогенных темпе
ратур. Это относится в пер
вую очередь к таким отрас
лям, как металлургия, хи
мия и ракетно-космическая
техника. Для работы в ни
потребовались инженерны
кадры, имеющие необходи
мые знания в области крио
геники.

В целях подготовки ин
женеров-механиков такого
профиля в 1953 г. в Ленин
градском технологическом
институте холодильной
промышленности
(ЛТИХП) по решению
Минвуза СССР была от
крыта кафедра глубокого
охлаждения и разделения
газов, которая позднее была
переименована в кафедру
криогенной техники.

В ЛТИХПе подготовку
инженеров-криогенщиков
до 1953 г. проводили на ка
федре холодильных маши
Однако выпуск таких спе
циалистов был малочислен
ным.

Начиная с 1967 г. по ини
циативе Минвуза СССР
ежегодный выпуск был уве
личен до 60 человек. В дал
нейшем подготовку инже
неров-криогенщиков ста
планомерно осуществл
по всем формам обучени

Кафедра криогенной техники

ной, вечерней и заочной. В 1974 г. была организована специальность «Криогенная техника», а в 1987 г. — «Техника и физика низких температур».

В настоящее время кафедра криогенной техники готовит инженеров по двум специальностям: 070200 «Техника и физика низких температур» со специализациями «Установки сжижения и разделения газовых смесей» и «Медицинские криогенные системы» и 101700 «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование» со специализацией «Криогенные машины и установки».

С момента основания кафедрой было выпущено больше 3600 инженеров, которые трудятся во всех отраслях народного хозяйства нашей страны. С 1953 до 1974 г. кафедру возглавлял д-р техн. наук, проф. *И.К. Кондряков*.

Все эти годы плодотворная работа кафедры во многом определялась тем, что руководству кафедры и университета удалось привлечь к педагогической деятельности и научным исследованиям видных ученых и представителей промышленности и молодых наиболее способных выпускников кафедры.

В становлении кафедры активное участие принимали д-р техн. наук, проф. *К.С. Будневич* и д-р техн. наук, проф. *Г.К. Гейнрихс*. Все в то время они были достаточно известны по трудам в области криогенной техники. С 1955 г. на кафедре начал работать д-р техн. наук, проф. *К.И. Страхович*, принадлежавший к плеяде талантливых русских ученых, круг научных интересов которого был чрезвычайно широк. Он был признанным авторитетом в области гидро- и газодинамики, турбомашин всех типов, холодильных машин, машин и аппаратов криогенной техники и др. [4]. Совместная работа на кафедре *К.И. Страховича* с такими известными специалистами в области компрессоростроения, как д-р техн. наук, проф. *В.Ф. Рис* (главный конструктор по компрессоростроению на Невском машиностроительном заводе) и д-р техн. наук, проф. *М.И. Френкель* (начальник отдела поршневых компрессорных машин в ЛенНИИхиммаше), привела к развитию нового научного направления, связанного с созданием и совершенствованием компрессорных и криогенных машин. Практическими результатами деятельности кафедры в этом направлении в те годы стали работы, которые привели к защите кандидатских диссертаций *В.Н. Новотельновым* и группой аспирантов НИИМКТ (в настоящее время АО «Сибкриотехника») во главе с генеральным директором АО «Сибкриотехники» *А.К Трезиным*. В последующие годы эти работы продолжались под руководством д-ра техн. наук, проф. *И.К. Кондрякова* и д-ра техн. наук, проф. *В.Н. Новотельнова*, а в настоящее время работы в этом направлении возглавил д-р техн. наук, проф. *И.К. Прилуцкий*.

Сотрудники кафедры уделяют значительное внимание совершенствованию учебного процесса и в первую очередь подготовке учебников и учебных пособий. В 1961 г. был издан учебник «Компрессорные машины», авторами которого были *К.И. Страхович*, *М.И. Френкель*, *И.К. Кондряков* и *В.Ф. Рис*, а в 1966 г. — учебник «Расширительные машины» под редакцией *К.И. Страховича*, авторами которого кроме *К.И. Страховича* были *И.К. Кондряков*, *В.И. Епифанова*, *К.С. Буткевич* и *В.Н. Новотельнов*. Эти учебники длительное время использовались не только в СПбГУНиПТ, но и в тех вузах страны, где готовят инженеров-специалистов в области компрессорных машин и криогенной техники. И сейчас материал, изложенный в этих изданиях, не потерял своей актуальности. В 1991 г. благодаря усилиям *В.Н. Новотельнова* вышел в свет учебник «Криогенные машины» (авторы *В.Н. Новотельнов*, *А.Д. Суслов* и *В.П. Полтараус*).

Обширные научные исследования в области совершенствования поршневых компрессорных и детандерных машин были выполнены в последние годы под руководством и при участии д-ра техн. наук, проф. *И.К. Прилуцкого*. Применение в поршневых детандерах автоматических самодействующих клапанов позволило снизить массу и габаритные размеры детандерных агрегатов и повысить их эффективность. Такие клапаны, использованные при создании новых моделей детандеров в АО «Сибкриотехника» (г. Омск), показали высокую работоспособность и надежность.

В настоящее время *И.К. Прилуцким* совместно с кандидатами технических наук *А.Л. Горбенко*, *Д.Н. Ивановым* и *Л.Г. Кузнецовым* и другими сотрудниками кафедры проводится большой объем работ по созданию поршневых детандеров нового поколения.

Эта деятельность осуществляется совместно с Санкт-Петербургскими предприятиями: ОАО «Компрессор», ОАО «Пневматика».

Особое внимание уделяется разработке малорасходных поршневых компрессоров и детандеров без смазки [5,6]. Такие компрессоры и детандеры выполняют на унифицированных базах Ш и У-образного исполнения. В этих машинах коленчатый вал и шатун — неразъемные, установлены на подшипниках качения. Для уплотнения поршней использованы неметаллические поршневые кольца. В качестве органов газораспределения применены кольцевые (тарельчатые) самодействующие клапаны.

Машины рассчитаны на объемный расход воздуха в диапазоне от 6 до 250 м^3/ч, что соответствует холодопроизводительности детандерных агрегатов до 5 кВт и мощности компрессорных агрегатов до 11 кВт. Рабочая среда не содержит примесей масел и осушена до температуры точки росы $-70\,^{\circ}$C.

Такие экологически чистые автономные холодильные машины, использующие в качестве рабочей среды атмосферный воздух, могут обеспечить регулируемый уровень температур воздуха от +5 до $-70\,^{\circ}$C. Их можно применять для снабжения воздухом различных технологических производств, включая обеспечение сухим и чистым воздухом систем поддержания дыхания для аквалангистов, пожарников и спасателей.

СПбГУНиПТ 70 лет

Рис. 2. Аэрокриотерапевтический комплекс КАЭКТ-01

Еще одно важное научное направление, развиваемое на кафедре, связано с ожижением, разделением газовых смесей и низкотемпературной очисткой газов и газовых смесей. Начало этому направлению было положено научными работами д-ра техн. наук, проф. *С.С.Будневича* и д-ра техн. наук, проф. *И.К.Кондрякова*, в ходе которых с участием *Л.А.Акулова*, *Г.А. Головко* и *Н.В.Крылова* были выполнены обширные исследования по созданию эффективных схем крупных воздухоразделительных установок, в том числе основанных на эффективном совмещенном детандерном цикле ожижения газов, предложенном *С.С.Будневичем* и *И.К.Кондряковым*. Работы по этой тематике, проведенные по инициативе ВНИИКИмаша (Москва), вызвали интерес у специалистов в области воздухоразделительной техники.

В то же время большое внимание уделялось повышению эффективности воздухоразделительных установок, работающих по циклу низкого давления и предназначенных для получения жидкого кислорода. Результаты данных исследований были использованы при модернизации установки ТК-200, созданной на основе цикла низкого давления, предложенного академиком *П.Л.Капицей*, которая эксплуатировалась на Ленинградском адмиралтейском заводе. Модернизация этой установки позволила почти в три раза увеличить ее производительность по кислороду (из-за возможности одновременного получения жидкого и газообразного кислорода) и существенно снизить удельные энергозатраты на его производство. Примерно в это же время д-р техн. наук, проф. *С.С.Будневич* разработал и опубликовал новый метод расчета трехпоточных регенераторов воздухоразделительных установок.

Значительный объем … бот был выполнен по … котемпературному разде… нию и очистке газовых см… сей. Так, с 1963 г. на кафе… ре под руководством д-… техн. наук, проф. *Г.А.Голо… ко* был проведен компле… научных исследований … криогенному разделен… газовых смесей на осно… сочетания процессов ре… тификации и молекулярно… адсорбции. Было предло… жено несколько новы… схем воздухоразделител… ных установок для комп… лексного разделения воз… духа и очистки инертны… газов с помощью синтети… ческих цеолитов и други… молекулярных сит. Один … итогов этой работы – со… здание ректификационно… адсорбционной техноло… гии производства чисто… аргона с помощью синтети… ческих цеолитов. Эта техно… логия впервые в отече… ственной практике получи… ла промышленное приме… нение в ПО «Ижорские за… воды» (Санкт-Петербург… где была введена в действи… установка производитель… постью по чистому арго… около 20 м³/ч.

Положительные резуль… таты, полученные при е… промышленной эксплуата… ции, позволили в дальней… шем разработать аналогич… ные установки большей … производительности, кото… рые были смонтированы на … Черноморском судострои… тельном заводе (Николаев) … и Московском коксогазо… вом заводе и обеспечивали … получение аргона чистотой … не ниже 99,999% по объе… му. Разработанная техно… логия была защищена 15 … авторскими свидетельства… ми и 26 зарубежными па… тентами ведущих промыш… ленных стран мира. Три … лицензии на эту техноло… гию были проданы за гра… ницу.

Большой объем работ по … низкотемпературной очис…

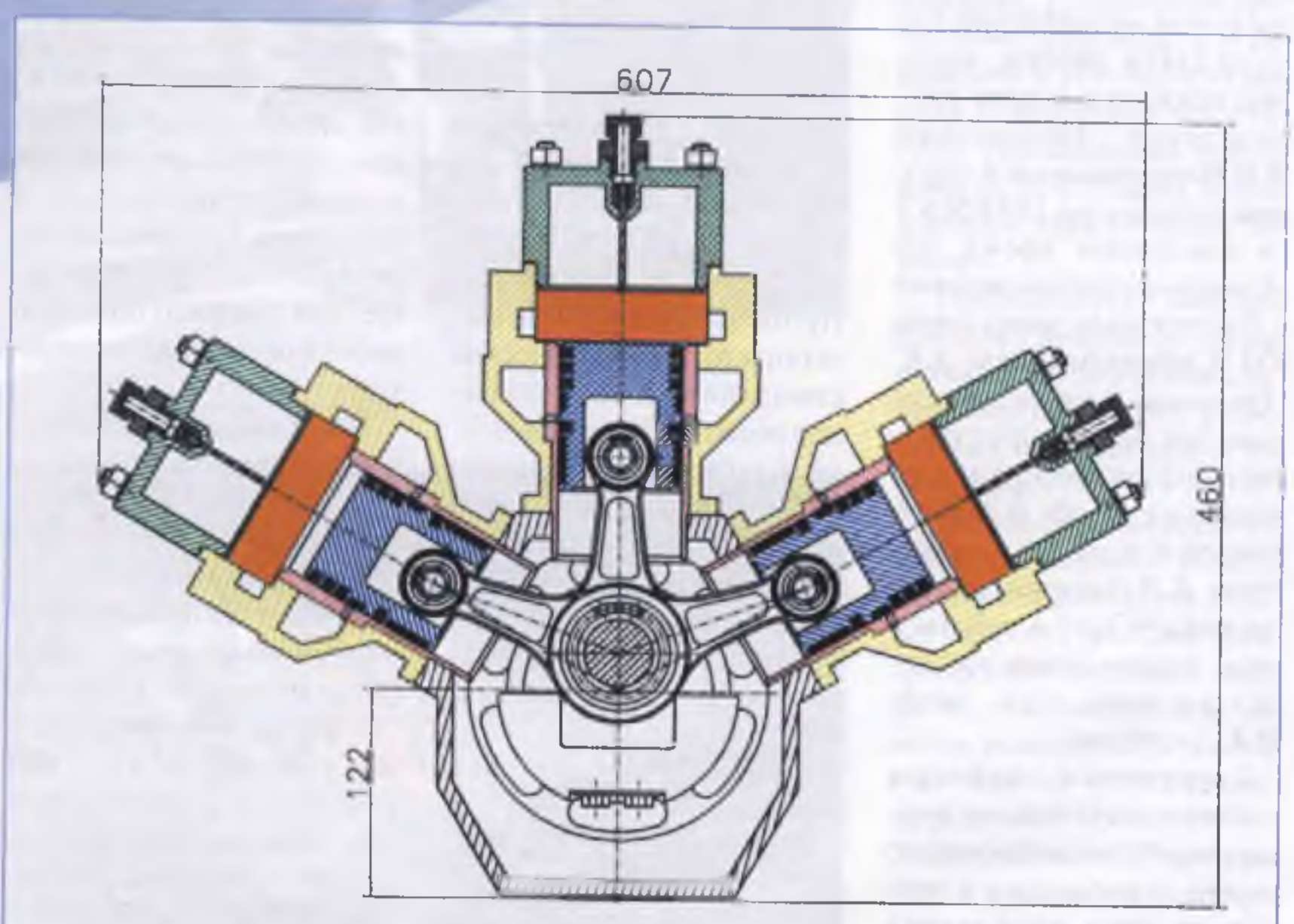


Рис. 1. Многорядный поршневой детандер низкого давления (СПбГУНиПТ, ОАО «Компрессор»)

технически чистых га- был осуществлен с це- получения газов высо- чистоты. Первая рабо- выполненная под руко- водством д-ра техн. наук, проф. *С.С.Будневича*, была направлена на получение методом ректификации жидкого кислорода особой чистоты из технического. Этот способ был впервые внедрен в АОЗТ «Лентех- газ», где была введена в эк- плуатацию первая про- мышленная установка. По- ложительный опыт ее экс- плуатации позволил со- здать и ввести в работу бо- лее мощную установку на том же предприятии. В последующие годы работы в данном направлении были продолжены канд. техн. наук, проф. *Л.А. Аку- ловым* и д-р. техн. наук, проф. *Е.И.Борзенко* для очистки ряда других газов, например диоксида угле- рода. Более подробно об- зор научно-исследователь- ских работ в этом направ- лении и в некоторых дру- гих дан в [1].

В последующие годы значительное развитие по- лучили научные исследова- ния в области использова- ния азотных технологий в пищевой промышленности и медицине. Разработка и внедрение азотных техно- логий и техники для охлаж- дения, замораживания и хранения скоропортящих- ся продуктов осуществля- ется под научным руко- водством канд. техн. наук, проф. *Л.А.Акулова* и д-ра техн. наук. проф. *Е.И.Бор- зенко*.

Кафедрой совместно с ОО «Пищепроект» разра- отана и введена в эксплу- тацию азотная скоромо- зильная установка (СУ-1), которая вот уже ети год успешно эксплу- атируется на одном из ры- перерабатывающих едприятий. Скороморо- зный аппарат туннель- ного типа выполнен в тра- диционном трехзонном ис- полнении. Установка ис- пользуется для заморажи- вания филе судака и окуня до температуры −40 °С. Производительность уста- новки 400 кг/ч при расходе около 1,3 кг жидкого азота на 1 кг рыбы. Более под- робно конструкция уста- новки и данные о ее экс- плуатации приведены в [7].

Азотная система охлаж- дения для автомобильного рефрижератора, разрабо- танная на кафедре, пред- назначена для поддержания заданной температуры в изотермическом кузове ав- торефрижератора. Путем разбрызгивания жидкого азота в кузове авторефри- жератора создается и под- держивается заданный тем- пературный режим, позво- ляющий сохранить товар- ный вид колбасных изделий и мясных полуфабрикатов в течение рабочего дня при доставке продукции в лет- нее время на предприятия торговли и общественного питания. Особенности кон- струкции данной системы охлаждения и ее эксплуата- ции приведены в [2]. Эта система успешно использо- валась в течение несколь- ких летних сезонов в АО «Самсон» (Санкт-Петер- бург).

В настоящее время за- кончены экспериментальные исследования, которые проводили в ЗАО «Нела» пекарня «Обуховс- кий хлеб» (Санкт-Петер- бург), по замораживанию полуфабрикатов хлебобу- лочных изделий в холо- дильной камере до темпе- ратур −40 °С с использова- нием жидкого азота для последующего длительного хранения полуфабрикатов. Результаты исследований свидетельствуют о перс- пективности данной техно- логии, которая обеспечи- вает возможности получе- ния высококачественной продукции широкого ас- сортимента. Это позволит создать запас отдельных изделий, а следовательно, снизить частоту перенала- живания технологических линий и повысить их про- изводительность. На осно- вании полученных опыт- ных данных разработана промышленная азотная си- стема для замораживания хлебобулочных изделий, монтаж которой находится в стадии завершения.

Одно из направлений ис- пользования азотных тех- нологий в медицине – при- менение газообразного азота с температурой − 120...−150 °С для физиоте- рапевтического воздей- ствия на организм челове- ка. Положительный эф- фект от таких процедур, которые осуществлялись в медицинских учреждениях в нашей стране и за рубе- жом, подробно описан в [3].

Разработка криотерапев- тических кабин для прове- дения сеансов аэрокриоте- рапии на кафедре начала проводиться под научным руководством д-ра техн. наук, проф. *Г.А.Головко* и в настоящее время успешно осуществляется канд. техн. наук, доц. *А.Ю.Барановым*.

Стимулирующее воздей- ствие низкотемпературных газовых ванн на организм человека основано на про- буждении и восстановлении его естественных защитных функций, которые в обыч- ных условиях, как правило, ослаблены.

В настоящее время на ка- федре разработан аэрокрио- терапевтический комплекс КАЭТК-0,1, который про- шел государственные кли- нические испытания и заре- гистрирован в качестве раз- решенного к применению физиотерапевтического уст- ройства.

Коллектив сотрудников кафедры отличает высокий профессионализм в облас- ти учебно-методической и научной работы. Результа- ты их научных исследова- ний неоднократно публи- ковались в многочислен- ных отечественных и зару- бежных периодических из- даниях, представлялись в докладах на различных се- минарах, конференциях и конгрессах. На основе ма- териалов исследований были написаны 17 моно- графий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акулов Л.А.* Совершен- ствование криогенных тех- нологий//Холодильная тех- ника, 1996, № 6.

2. *Акулов Л.А., Борзенко Е.И., Соловьев В.А.* Азотная система охлаждения для пе- ревозки пищевых продуктов на автотранспорте//Извес- тия СПбГУНиПТ. 2000. № 1.

3. *Баранов А.Ю., Кидалов В.Н.* Лечение холодом (Кри- омедицина). – СПб.: Антон, 1999.

4. *Ден Г.Н.* Консультант Невского завода Констан- тин Иванович Страхович// Турбины и компрессоры. 1998. № 2; 3.

5. *Перспективы* создания многоцелевых расшири- тельных машин на базах отечественных пневмомо- торов/И.К. Прилуцкий, Д.Н.Иванов, А.П.Верболоз, Ю.И.Молодова//Из- вестия СПбГУНиПТ. 2000. № 1.

6. *Прилуцкий И.К., Гор- бенко А.Л., Гурьянов Д.Ю.* Поршневые детандер-ком- прессорные агрегаты и перспективы их примене- ния в газовой промышлен- ности//Компрессорная техника и пневматика. 2000. № 3.

7. *Скороморозильные* тун- нельные аппараты с азот- ным охлаждением / Л.А. Акулов, Е.И. Борзенко, В.А. Соловьев, Ю.А. Борзых// Производство и реализация мороженого и быстрозамо- роженных продуктов. 2000. № 6.

УДК 621.57:621.577

Перспективы создания типоразмерных рядов холодильных машин и тепловых насосов на базе унифицированных осевых компрессоров

Д-р техн. наук, проф **Н.Н.БУХАРИН**
СПбГУНиПТ
д-р техн. наук **В.В.ОГНЕВ**
СПбГТУ
М.В.ЛОПАТИН
Ленинградский металлический завод

A possibility of development of a unified family of compressors with various refrigeration capacities and pressure ratios on the basis of one baseline full-size axial compressor having maximum number of stages is shown. This makes it possible to implement a refrigeration cycle with one compressor and much simpler vapor supply to intermediate stages than with the use of centrifugal compressors.

Осевые компрессоры, отличающиеся от центробежных значительно более высокой энергетической эффективностью и практически вытеснившие их из авиамоторостроения и энергетических силовых газотурбинных установок, крайне редко применяют в холодильной технике, а также в воздушных и газовых компрессорных установках, используемых в промышленности. Это связано с тем, что при производстве осевых компрессоров требуется более высокая технологическая культура. Кроме того, значительная доля затрат приходится на изготовление лопаточного аппарата. Действительно, осевые компрессоры в отличие от центробежных имеют в 2–3 раза больше число ступеней, каждая из которых, в свою очередь, снабжена значительным числом сложных в технологическом отношении лопаток рабочих колес и направляющих аппаратов.

Подобные трудности давно преодолены в авиационной промышленности, а для производства лопаточного аппарата общепромышленных осевых машин созданы специализированные производства, обладающие необходимой технологической культурой и оснащенные высокопроизводительным оборудованием. Одно из таких предприятий – Санкт-Петербургский завод турбинных лопаток. Кроме того, отработанные проточные части осевых компрессоров, выпускаемых предприятиями авиамоторостроения и другими машиностроительными предприятиями, вполне могут быть использованы для создания на их основе холодильных и газовых компрессоров, имеющих намного более высокую эффективность, чем выпускаемые в настоящее время центробежные.

Наличие большого числа ступеней у осевых компрессоров открывает возможность создания на основе одного базового полноразмерного компрессора, имеющего наибольшее отношение давлений (и, значит, максимальное число ступеней), унифицированного семейства компрессоров с различными производительностями и отношениями давлений.

В предлагаемой работе приводятся результаты численного анализа, показывающего возможности такого подхода к унификации осевых компрессоров.

В качестве базового компрессора принят 12-ступенчатый осевой компрессор, спроектированный для работы на аммиаке в простом одноступенчатом холодильном цикле. Проектирование проводили с помощью программного комплекса, разработанного в Санкт-Петербургском государственном университете низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ). В основу программного комплекса положены инженерный метод расчета многоступенчатого осевого компрессора по среднему диаметру ступеней и по обобщенным характеристикам плоских решеток (метод ЦИАМ [4, 6]), вычислительная система для расчета термических и калорических параметров реальных рабочих веществ холодильных машин и метод условных температур, разработанные в СПбГУНиПТ [1, 5].

Параметры исходного цикла холодильной машины, на которые рассчитывали базовый компрессор, следующие:
температура кипения $t_0 = -10$ °С;
температура конденсации $t_к = 30$ °С;
давление при входе в компрессор (начальное) $p_н = 2{,}909 \cdot 10^5$ Па;
давление при выходе из компрессора (конечное) $p_к = 11{,}65 \cdot 10^5$ Па;
холодопроизводительность $Q_0 = 11$ МВт.

Представляем основные параметры спроектированного базового компрессора:

Число ступеней	12
Отношение давлений $\pi_к^*$	4,0
Окружная скорость на среднем диаметре $u_{1ср}$, м/с	300
Число Маха на диаметре первой ступени:	
среднем $M_{1ср(1)}$	0,46
$M_{1к(1)}$	0,55
$M_{1д(1)}$	0,65
наружном $M_{1н(1)}$	0,7
Безразмерная расходная составляющая скорости на входе в первую ступень $\varphi_{1ср}$	0,77
Массовый расход рабочего вещества, кг/с	80
Коэффициент реактивности:	
первой ступени $\Omega_{ср(1)}$	0,5
остальных ступеней $\Omega_{ср(2-12)}$	0,51...0,6
Политропный КПД компрессора по параметрам торможения (расчетный) $\eta_{пк}^*$	0,87

Проточная часть компрессора в меридиальном сечении была спроектирована с постоянным наружным диаметром, как это принято в подавляющем большинстве известных конструкций. Поэтому средний диаметр при входе на лопатки колес от входа к выходу увеличивается. Площадь кольцевого сечения при входе в колесо уменьшается от ступени к ступени вследствие необходимости увеличения плотности сжимаемого пара (рис. 1).

Соответственно от ступени к ступени падает и объемная производительность

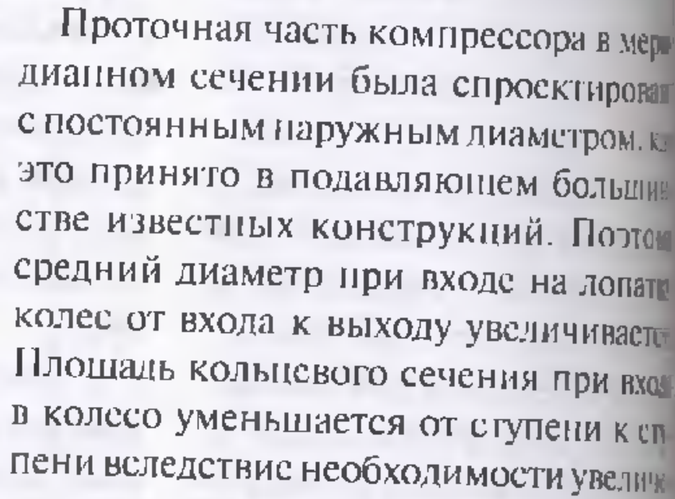


Рис. 1. Изменение безразмерных площади кольцевого сечения проточной части $\bar{F}_{1z(i)}$ и среднего диаметра $\bar{D}_{1ср(i)}$ при входе в колеса ступеням полноразмерного компрессора

...му снятие первых ступеней компрессора при сохранении термогазодинамического подобия режимов работы оставшихся ступеней одновременно с уменьшением отношения давлений должно привести также и к снижению массового расхода. Снятие последних ступеней также вызовет уменьшение отношения давлений, но массовый расход при условии соблюдения термогазодинамического подобия режимов работы должен оставаться практически неизменным.

При работе в режиме паровой холодильной машины, когда давление конденсации, определяемое тепловым состоянием окружающей среды, постоянно, уменьшение отношения давлений приведет к повышению давления всасывания и температуры кипения рабочего вещества для всех вариантов изменения конструкции компрессора (рис. 2).

Это открывает пути для получения на базе одного компрессора нескольких, имеющих разные параметры работы, но высокую степень унификации.

С целью определения возможности получения на базе этого компрессора широкого спектра унифицированных компрессоров разной холодопроизводительности, работающих при различных температурах кипения, рассматривали несколько вариантов, когда с полноразмерного 12-ступенчатого компрессора последовательно снимали вначале последние ступени, а затем первые.

В каждом случае находили параметры рабочего режима, соответствующие расчетным числу $M_{ul(i)}$ и коэффициенту расхода $\varphi_{1z(i)}$ [5]:

$$M_{ul(i)} = u_{1cp(i)} / a_н^*; \qquad (1)$$

$$\varphi_{1z(i)} = c_{1z(i)} / u_{1cp(i)}, \qquad (2)$$

где i – индекс ступени, которая в рассматриваемом варианте оказывалась первой (при снятии последних ступеней $i = 1$, а при снятии первых ступеней последовательно $i = 2, 3, 4$);

M_{clzy} – условное число Маха по окружной скорости на среднем диаметре при входе в колесо i-й ступени, ставшей первой в рассматриваемом варианте.

Чтобы обеспечить наглядность в оценке изменения расхода рабочего вещества после снятия первых ступеней, при построении характеристик в качестве параметра расхода использовали условное число Маха по осевой составляющей абсолютной скорости при входе в компрессор

$$M_{clzy} = \frac{c_{1z}}{a_н^*} = \frac{G}{\rho_н^* F_1 \sqrt{k_в \rho_н^* / \rho_н^*}},$$

где G – массовый расход рабочего вещества, кг/с;

F_1 – площадь при входе в колесо первой ступени полноразмерного (12-ступенчатого) компрессора, используемая в качестве характерной для всех вариантов унификации компрессора, м^2;

$p_н^*$, $\rho_н^*$, $a_н^*$ – давление, плотность и скорость звука в заторможенном потоке при входе в компрессор.

Результаты расчетов представлены на рис. 3.

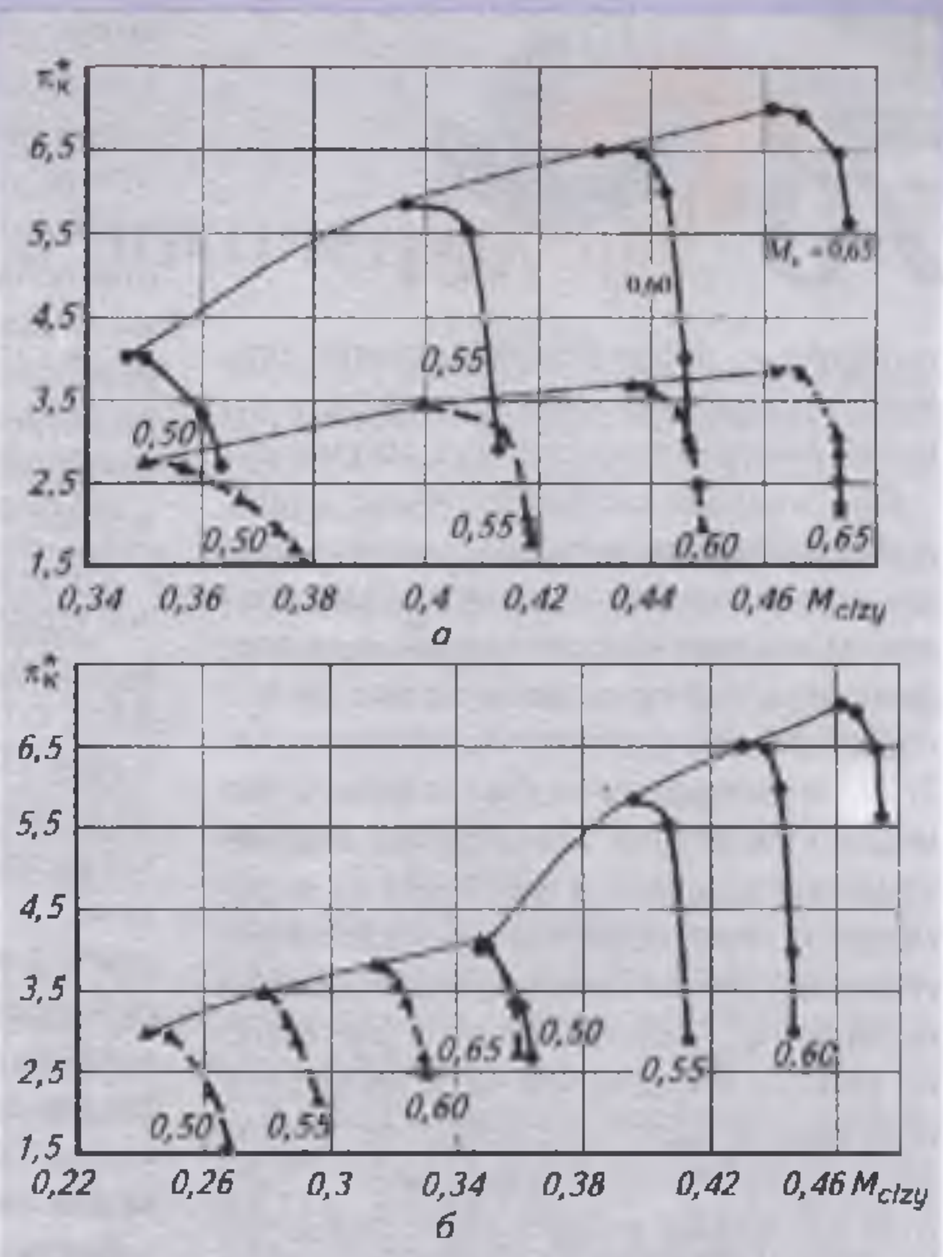


Рис. 3. Сравнение характеристик полноразмерного осевого компрессора с характеристиками при снятии последних (а) и первых (б) ступеней:
——— – характеристики полноразмерного компрессора;
— — — – характеристики компрессора без четырех последних (а) и четырех первых (б) ступеней

При последовательном снятии ступеней компрессора газодинамическое подобие режимов работы обеспечивали путем сохранения значений чисел $M_{ul(i)}$ и $\varphi_{1z(i)}$ при входе в колесо первой ступени. В том случае, когда снимали первые ступени, у той (i-й) ступени, которая становилась первой, сохраняли значения $M_{ul(i)}$ и $\varphi_{1z(i)}$, при которых эта же ступень работала в составе полноразмерного компрессора.

Кроме того, для каждого варианта унифицированного компрессора рассчитывали характеристики при нескольких значениях чисел M_u, близких к расчетному.

При снятии последних ступеней (рис. 3, *а*) приведенный расход на всех режимах работы, как и ожидалось, остается таким же, как и у полноразмерного компрессора. Уменьшается лишь отношение давлений, и в результате вся характеристика смещается вниз. При снятии четырех последних ступеней отношение давлений снижается практически вдвое – с $\pi_к^* = 6,8$ до 3,6.

Снятие первых ступеней (рис. 3, *б*) вызывает падение как отношения давлений, так и приведенного расхода вследствие сокращения площади входного сечения ступеней, расположенных внутри проточной части. При снятии четырех первых ступеней приведенный расход уменьшается на 24,5 %, а отношение давлений снижается практически так же, как и в первом случае.

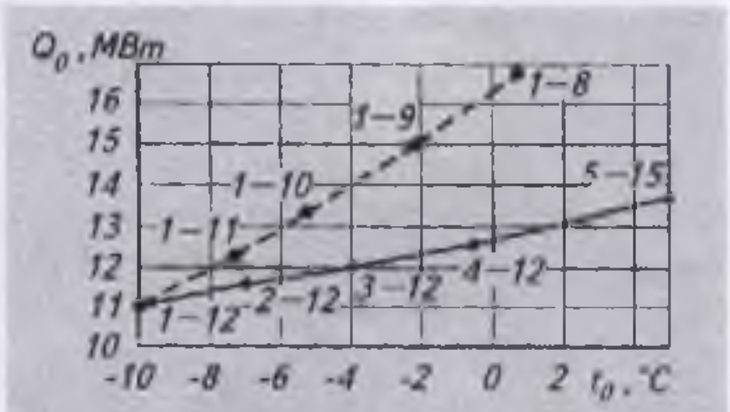


Рис. 4. Зависимость холодопроизводительности от температуры кипения аммиака при снятии первых (——) и последних (— — —) ступеней. Цифры при точках обозначают число работающих ступеней

Температуру конденсации во всех рассмотренных вариантах сохраняли неизменной ($t_к = 30$ °С), что означало постоянство давления нагнетания ($p_н = 11,65 \cdot 10^5$ Па) независимо от числа ступеней и режима работы компрессора. Температура пара на всасывании в компрессор определялась температурой кипения с учетом небольшого перегрева, характерного для холодильных компрессоров динамического принципа действия [5]. Зависимости давления вса-

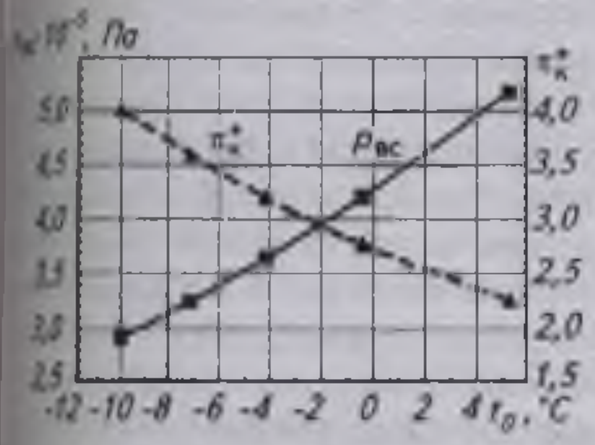


Рис. 2. Зависимость давления всасывания $p_{вс}$ и отношения давлений $\pi_к^*$ от температуры кипения t_0 при давлении нагнетания $11,65 \cdot 10^5$ Па, соответствующем температуре конденсации 30 °С

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ім. О. Гмирьова

сывания $p_{вс}$ и отношения давлений торможения компрессора от температуры кипения аммиака представлены на рис. 2.

Обобщенные зависимости холодопроизводительности осевого компрессора от температуры кипения аммиака при последовательном снятии первых и последних ступеней приведены на рис. 4.

При последовательном снятии последних ступеней из-за уменьшения отношения давлений в компрессоре увеличиваются давление и плотность на входе в первую ступень, а площадь остается постоянной. По условию подобия параметры $M_{w(1)}$ и $\varphi_{1z(1)}$ сохраняют свои значения, но так как температура пара на входе в компрессор растет, а с ней растет и скорость звука, то окружная скорость и частота вращения ротора увеличиваются (штриховая линия на рис. 5). С ними возрастает и расходная составляющая скорости на входе в первую ступень.

В итоге массовый расход, а следовательно, и холодопроизводительность по мере снятия последних ступеней значительно увеличиваются (штриховая линия на рис. 4).

При снятии первых ступеней холодопроизводительность возрастает значительно меньше, чем при снятии последних, что вызвано двумя причинами. Во-первых, и это главное, уменьшается площадь кольцевого сечения при входе в ступени, что приводит к падению расхода. Во-вторых, температура, а значит, и скорость звука в паре, поступающем в промежуточные ступени полноразмерного компрессора, выше аналогичных параметров у компрессоров, с которых сняты первые ступени. Поэтому, чтобы сохранить значение параметров подобия $M_{w(1)}$ и $\varphi_{1z(1)}$, необходимо уменьшать окружную скорость и частоту вращения ротора (сплошная линия на рис. 5).

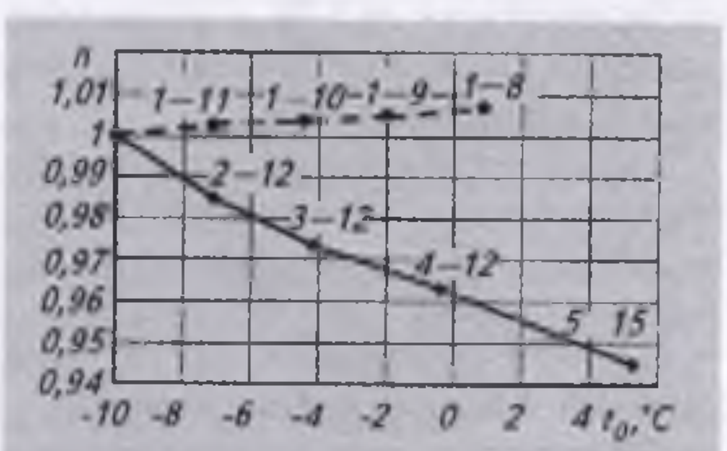


Рис. 5. Изменение приведенной частоты вращения ротора компрессора при снятии первых (——) и последних (— — —) ступеней. Цифры при точках обозначают число работающих ступеней

Выполненный на примере 12-ступенчатого осевого компрессора анализ показывает, что даже в режиме работы, соответствующем по существу одной только точке на одной расчетной ветви характеристики компрессора, путем изменения числа ступеней можно получить широкий спектр холодопроизводительностей – от 10 до 16,8 МВт при температурах кипения от –10 до +5 °С. Перевод компрессора на те (отличные от расчетной) ветви характеристик, где его КПД сохраняет значения, близкие к максимальным, позволит еще больше расширить диапазон холодопроизводительностей и температур кипения. Заметим, что нами не рассмотрены возможности модификации унифицированного компрессора путем снятия одновременно и первых, и последних ступеней, так как очевидно, что получаемые в этих случаях параметры будут занимать поле между линиями, показанными на рис. 5.

Большое число ступеней, характерное для осевых компрессоров, дает возможность реализовать холодильный цикл с одним компрессором и подводами пара к промежуточным ступеням конструктивно намного проще, чем это делается в центробежных холодильных компрессорах. На этой основе легко могут быть созданы многоизотермные парокомпрессионные холодильные машины, вырабатывающие холод на нескольких температурных уровнях в одном агрегате.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бухарин Н.Н.* Моделирование характеристик центробежных компрессоров. – Л.: Машиностроение, 1988.

2. *Курылев Е.С., Герасимов Н.А.* Примеры, расчеты и лабораторные работы по холодильным установкам. – Л.: Машиностроение, 1971.

3. *Создание* и отработка на модели осевого компрессора для энергетической газотурбинной установки мощностью 150–200 МВт/А.П.Тарабрин, В.Ф.Нарышкин, Ф.Ш.Гельмедов, Г.А.Комиссаров//Компрессорная техника и пневматика. Вып. 1–2 (14–15). 1997.

4. *Теория* и расчет турбокомпрессоров/ К.П.Селезнев, Ю.Б.Галеркин, С.А.Анисимов и др.; Под ред. К.П. Селезнева. – Л.: Машиностроение, 1986.

5. *Холодильные* машины: Учебник/ А.В.Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И.Пекарев и др.; Под ред. Л.С.Тимофеевского. – СПб:Политехника, 1997.

6. *Холщевников К.В.* Теория и расчет авиационных лопаточных машин. – М.: Машиностроение, 1970.

Д-р техн. наук, проф. **А.В.БАРАНЕНКО**
канд. техн. наук **А.В.ПОПОВ**
д-р техн. наук, проф. **Л.С.ТИМОФЕЕВСКИЙ**
канд. техн. наук **О.В.ВОЛКОВА**

Абсорбционные преобразователи теплоты (АПТ) представляют собой термодинамическую систему, осуществляющую трансформацию теплоты с высокотемпературного уровня на низкотемпературный (понижающий АПТ) и, наоборот, с низкотемпературного уровня на более высокий (повышающий АПТ) с помощью совмещенных прямого и обратного циклов.

Среди различных типов АПТ наибольшее распространение получили понижающие абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты (АБПТ), предназначенные для работы в режимах:

- холодильной машины;
- теплового насоса;
- комбинированной холодильной машины и теплового насоса.

Подавляющее большинство выпускаемых зарубежными фирмами (США, Японии и Китая) АБПТ предназначено только для охлаждения воды, используемой в комфортном и технологическом кондиционировании. Объем производства таких машин за рубежом значителен. Например, только Япония в 90-е годы производила ежегодно 2200–2400 крупных машин холодопроизводительностью более 300 кВт.

Широкое распространение АБПТ объясняется их высокой эффективностью, экологической чистотой, бесшумностью, простотой в обслуживании, длительным сроком службы и др. АБПТ менее энергоемки, чем парокомпрессионные холодильные машины и тепловые насосы, но для их работы необходим источник теплоты. В качестве такого источника могут быть использованы пар или горячая вода с температурой 80...160 °С или непосредственно продукты сгорания газообразного или жидкого топлива. Можно использовать теплоту, получаемую при утилизации вторичных энергоресурсов (ВЭР) [2]. Рабочим веществом в АБПТ служит вода, а абсорбентом – водный раствор соли бромистого лития. Этот раствор пожаровзрывобезопасен и безвреден, а все процессы в АБПТ протекают в вакууме. Элементы АБПТ не испытывают динамических нагрузок и поэтому могут располагаться на любом этаже здания. В настоящее время АБПТ используют преимущественно для выработки холода на температурном уровне 5...10 °С.

В последние годы широкое распространение в мире получили АБПТ с топкой на газовом или жидком топливе. Их доля в общем объеме продукции некоторых фирм достигает 70 %. Это объясняется ви-

УДК 621.575.9

Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения

Different modifications of Russian absorption lithium-bromide heat transformers (ABPT) of new generation have been developed using science-intensive technologies. They are designed for work under conditions of producing cold, heat and simultaneous production of cold and heat, with heating of generators with hot water, steam, products of combustion of natural gas or liquid fuel.

Use in ABPT of new construction materials and profiles of heat exchange tubes, corrosion inhibitors and surfactants allowed to increase the service life of ABPT up to 25 years and reduce the amount of metal consumption to the level comparable with ABPT produced by world leading companies.

High technical and cost-efficient indices of ABPT of new generation allow to recommend them for energy-saving refrigerating and heat-pump machines.

…кой экономичностью и автономностью …ют АБПТ, что существенно расширяет …сть их применения, сокращает затра… монтаж и эксплуатацию систем хла… и теплоснабжения. АБПТ с топкой …ет выполнять две функции: в летнее …мя работать как холодильная машина, …холодное время года — как водогрей… котел.

В настоящее время за рубежом интен…во ведутся работы по созданию АБПТ, …тающих в режиме теплового насоса …топления и горячего водоснабжения. В нашей стране производство АБПТ …о начато в конце 60-х годов. Серийно …пускались холодильные АБПТ мощно… 1100 и 3000 кВт (АБХА-1000 и АБХА- соответственно). Были также освое… модифицированные агрегаты: АБХА- ХТ – для одновременной выработки …да и теплоты и АБХА-2500 ТН – для …работки только теплоты. В случае …льзования высокопотенциальных …щих источников с температурой …180 °С серийный агрегат АБХА-2500 …полняли высокотемпературной при…кой, состоящей из ступени генерато… высокого давления и высокотемпера…ного теплообменника растворов …БХА-2500-2В) [1, 4, 5].

Все перечисленные выше отечествен… типы АБПТ можно отнести к ма…ам первого поколения. Источником …лоты в них служат пар или горячая …, основным конструкционным мате…лом для их изготовления – углеродис… сталь. При толщине стенок труб …3,0 мм реальный срок службы машин …ревышал 5–7 лет.

В зарубежных АБПТ теплообменные …рхности изготовляются толщиной не …ее 1,0 мм из медных или медно-нике…ых сплавов. Поэтому они имеют суще…вно меньшие габариты, массу, требу…меньшего количества дорогостоящего …истого лития для зарядки аппаратов, …к службы их составляет более 25 лет, …почти в три раза больше, чем у отече…ных АБПТ первого поколения.

Низкие потребительские качества ма… первого поколения привели к необ…ходимости создания различных модификаций отечественных АБПТ нового поколения с использованием современных наукоемких технологий.

По инициативе академика РАН В.Е.Накорякова в Институте теплофизики СО РАН в начале 90-х годов были начаты работы по созданию отечественного АБПТ нового поколения. Работы велись совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом низкотемпературных и пищевых технологий, а также с рядом НИИ и КБ Новосибирска. При разработке АБПТ использовали современные методы математического моделирования тепловых и газогидродинамических процессов. За истекший период был осуществлен большой объем НИОКР, проведены промышленные испытания опытных образцов АБПТ новых типов.

На Новосибирском металлургическом заводе были проведены испытания абсорбционного бромистолитиевого преобразователя теплоты типа АБТН-2000Г (рис.1) в режимах теплового насоса с топкой на газовом топливе теплопроизводительностью 2000 кВт [3].

На Барнаульском заводе синтетического волокна проведены пробные испытания генератора теплового насоса АБТН-2000М с топкой на мазуте. На Новосибирской ТЭЦ-4 с января 1999 г. находится в эксплуатации теплонасосный АБПТ мощностью 2000 кВт с паровым обогревом (АБТН-2000П). Испытания таких машин и опыт их эксплуатации позволили разработать и приступить к промышленному производству АБПТ различных модификаций.

В табл.1 приведены основные показатели некоторых тепловых насосов (тип АБТН), предназначенных для нагрева воды до 50–90 °С. В качестве источника теплоты используются водяной пар

Рис. 1. Общий вид абсорбционного бромистолитиевого теплового насоса с топкой на природном газе

Таблица 1

Основные показатели абсорбционных бромистолитиевых преобразователей теплоты нового поколения при работе в режимах теплового насоса (тип АБТН)

Параметры	АБТН-2000П	АБТН-5000П	АБТН-2000Г	АБТН-5000П
Теплопроизводительность, кВт	2200	5500	2000	5000
Количество используемой низкопотенциальной теплоты, кВт	800	2000	800	2000
Температуры нагреваемой воды, °С: вход выход	30...60 50...90			
Температуры охлаждаемой воды, °С: вход выход	25...65 10...45			
Расходы теплоносителей: греющего пара давлением 0,3–0,7 МПа, кг/ч газового топлива, м³/ч нагреваемой воды, м³/ч охлаждаемой воды, м³/ч	2000 — 35...85 30...70	5000 — 90...210 75...175	— 140 35...85 30...70	— 350 90...210 75...175
Потребляемая электроэнергия, кВт	4	8	6	12
Коэффициент трансформации теплоты (отношение количества теплопроизводительности к затраченной теплоте греющего источника)	1,65...1,75			
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	4,6×2,0×3,5	7,2×2,6×4,0	4,6×3,0×2,5	7,2×5,5×3,0
Масса (сухая), т	10,5	24	11	25

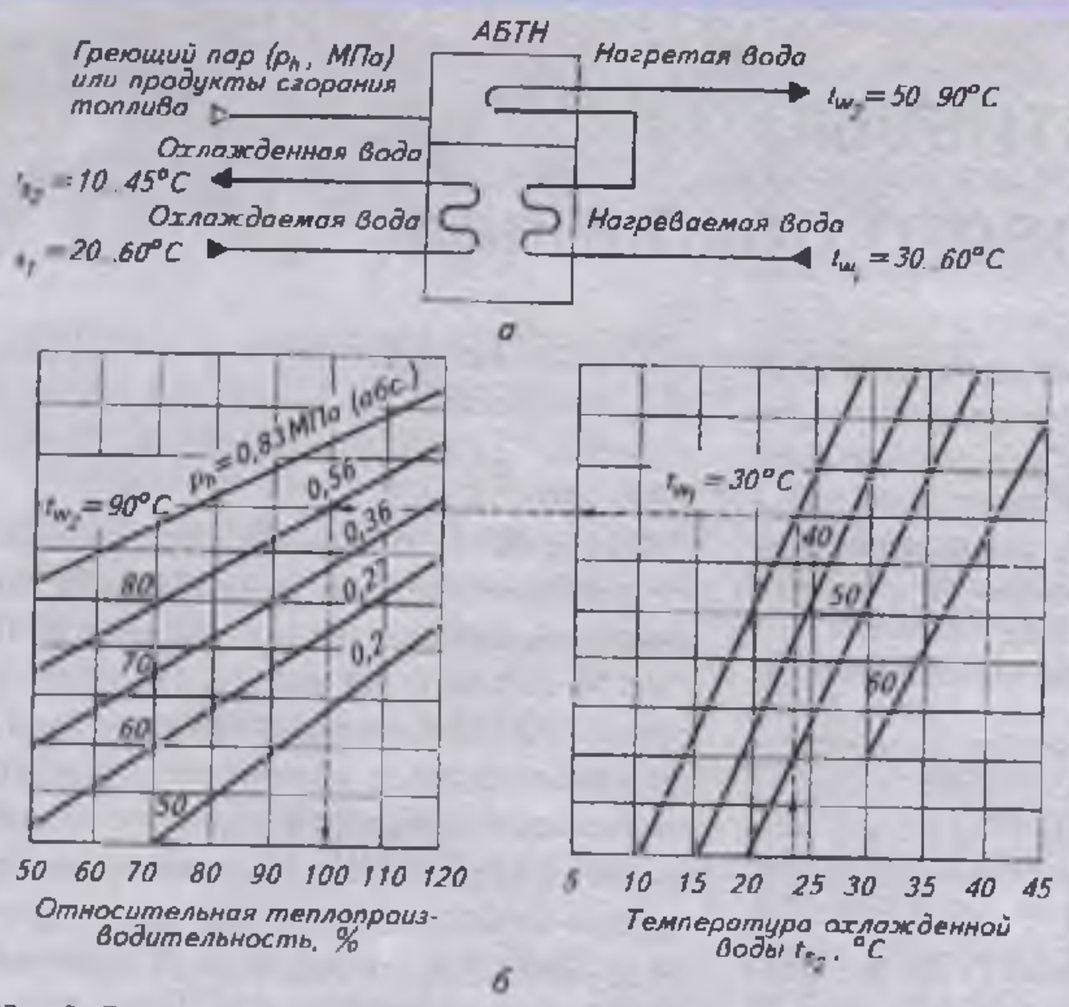


Рис. 2. Схема подключения к АБТН внешних источников теплоты (а) и зависимости относительной теплопроизводительности АБТН от параметров внешних источников теплоты (б)

(АБТН-2000П, АБТН-5000П), газовое или жидкое топливо (АБТН-2000Г, АБТН-5000Г). На рис. 2 приведены зависимости характеристик АБТН от изменения параметров внешних источников теплоты.

В табл. 2 даны основные показатели некоторых АБПТ в режимах холодильной машины с паровым обогревом и одноступенчатой схемой регенерации раствора (АБХМ1-1500П, АБХМ1-600П); с паровым обогревом и двухступенчатой схемой регенерации раствора (АБХМ2-1500П); с топкой на газовом топливе и двухступенчатой схемой регенерации раствора (АБХМ-1000Г).

Применение в теплообменных аппаратах тонкостенных медноникелевых труб специального профиля позволило значительно повысить надежность и снизить удельную металлоемкость отечественных АБПТ нового поколения, сделать их более компактными и продлить срок службы. Введение в раствор поверхностно-активных веществ способствует интенсификации тепломассообмена. Использование новых ингибиторов коррозии, обеспечивающих практически 100%-ную защиту от нее всех элементов машин в различных рабочих фазах (жидкой, паровой, на границе раздела фаз), дает возможность увеличить срок службы АБПТ до 25 лет. Машины поставляются в полной заводской готовности, для их зарядки требуется небольшое количество бромистого лития.

Для циркуляции водного раствора бромистого лития и воды применяются высоконадежные и ремонтопригодные отечественные специальные герметичные бессальниковые насосы с магнитной муфтой и малым кавитационным запасом.

При создании АБПТ особое внимание было уделено их герметичности (вакуумной плотности), которая на 2 порядка выше, чем у отечественных АБПТ первого поколения. Машины оснащены современными приборами автоматизации и защиты.

Таким образом, отечественные АБПТ нового поколения по своим параметрам соответствуют зарубежным образцам подобной техники. В то же время их цена существенно ниже.

Опыт эксплуатации и анализ эффективности АБПТ нового поколения показывают следующее.

• При работе в режимах теплового насоса себестоимость получаемой в АБТН теплоты на 20– 30 % ниже себестоимости теплоты, получаемой в котельных, при этом экономия топлива составляет 40–50 %. Учитывая существующие тарифы на теплоту от централизованных энергосистем, себестоимость теплоты, получаемой в АБТН, в 2–3 раза ниже.

• Использование АБТН для одновременного получения теплоты и охлаждения технологических объектов приводит к дополнительному повышению экономической эффективности систем с АБТН. При обогреве АБТН путем сжигания в них природного газа достигаются наибольшая экономическая эффективность и наименьший срок окупаемости капитальных вложений (не более 1 года).

• Себестоимость холода, получаемого в АБХМ, использующих низкопотенциальные тепловые выбросы (пара или воды с температурой 85...110 °С), в 2–3 раза ниже себестоимости холода, получаемого в парокомпрессионных холодильных машинах.

• Себестоимость холода, получаемого в АБХМ, использующих пар давлением 0,4–0,8 МПа, при существующих (усредненных для европейской части России)

Таблица 2

Основные показатели абсорбционных бромистолитиевых преобразователей теплоты нового поколения при работе в режиме холодильной машины (тип АБХМ)

Параметры	АБХМ1-1500П	АБХМ2-1500П	АБХМ-1000Г	АБХМ-600
Холодопроизводительность, кВт	1500	1500	1000	60
Температуры охлаждаемой воды (вход/выход), °С	12/7			
Температуры охлаждающей воды (вход/выход), °С	28/36			
Расход теплоносителей:				
греющего пара давлением 0,6 МПа, кг/ч	–	2000	–	–
греющего пара давлением 0,15МПа, кг/ч	3800	–	–	140
газового топлива, м³/ч	–	–	110	–
охлаждаемой воды, м³/ч	260	260	175	60
охлаждающей воды, м³/ч	390	300	200	75
Потребляемая электроэнергия, кВт	12	12	7	4,5
Тепловой коэффициент (отношение холодопроизводительности к затраченной теплоте греющего источника)	0,65–0,75	1,1–1,2		0,6–0,7
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м	7,5×2,0×3,5	7,5×3,0×3,5	5,3×3,2×2,8	3,0×0,8
Масса (сухая), т	20,5	23	16,0	8

ценах на теплоту и электроэнергию сопоставима с себестоимостью холода, получаемого в парокомпрессионных холодильных машинах.

• Себестоимость холода, получаемого в АБХМ с топкой на природном газе, по существующих ценах на природный газ и электроэнергию в России на 30–40 % ниже себестоимости холода, получаемого в парокомпрессионных холодильных машинах. При фиксированной стоимости электроэнергии, даже в случае 2–3-кратного увеличения стоимости природного газа, АБХМ с топкой на природном газе будут более эффективны по сравнению с парокомпрессионными холодильными машинами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. *Попов А.В.* Система охлаждения и утилизации теплоты дымовых газов мусоросжигающих заводов //Очистка и обезвреживание дымовых газов из установок, сжигающих отходы и мусор: Сб. науч. тр. – Новосибирск. 1999.

3. *Попов А.А, Богданов А.И., Пайчадзе А.Г.* Опыт разработки и создания абсорбционных бромистолитиевых тепловых насосов //Промышленная энергетика. 1999. № 8.

4. *Промышленный* абсорбционный бромистолитиевый холодильный агрегат с двухступенчатой регенерацией раствора/Э.В. Гросман, В.С.Шаврин, А.П.Ткачук и др. //Холодильная техника. 1983. № 4.

5. *Шмуйлов Н.Г.* Абсорбционные бромистолитиевые холодильные и теплонасосные машины. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1983.

УДК 621.565:628.84

Холодоснабжение систем кондиционирования в восстановленном храме Христа Спасителя в Москве

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

В 30-х годах было взорвано здание храма Христа Спасителя и на его месте началось строительство высотного здания Дворца Советов. Был вырыт огромный котлован и сооружены металлические конструкции основания фундамента высотного здания. В начале Великой Отечественной войны строительство было прекращено, металлические конструкции были срезаны и использованы как противотанковые заграждения при обороне Москвы. После окончания войны строительство Дворца Советов не возобновили, а на месте котлована построили открытый плавательный бассейн. В середине 90-х годов при активном участии мэра Москвы Ю.М.Лужкова было принято решение о ликвидации бассейна и восстановлении на этом месте храма Христа Спасителя. Проектными и архитектурными работами по воссозданию храма руководил директор института «Моспроект-2» М.М.Посохин.

В восстановленном основном здании храма Христа Спасителя расположен верхний храм вместимостью до 16 000 человек. В большом котловане на глубине 14 м от нулевой отметки построены: нижний храм, трапезная, Соборный зал, помещения для технических служб и инженерного оборудования.

В храме Христа Спасителя первоначальной постройки использовалась воздушное печное отопление. При заполнении храма прихожанами (до 12 000 человек) создавались благоприятные условия по температуре, влажности и газовому составу внутренней воздушной среды.

В новом храме Христа Спасителя все помещения обслуживаются системами кондиционирования воздуха (СКВ), спроектированными институтом «Моспроект-2».

Для обеспечения круглогодового режима работы СКВ расчетная потребность в холоде составит (кВт): верхний храм – 2060; нижний храм – 1007; Соборный зал – 861; трапезная – 645, всего 4573 кВт.

Для учета потерь холода в коммуникациях принят коэффициент 1,1, повышающий расчетную холодопроизводительность:

4573 · 1,1 = 5030 кВт.

Потребность СКВ различных помещений в холоде не совпадает. Это учитывается коэффициентом одновременности использования холода (0,8). Тогда проектная производительность холодильных машин составит: 5030 · 0,8 = 4024 кВт.

По проекту, разработанному под руководством С.С.Амирджанова, в машинном зале площадью 310 м² были установлены две холодильные машины типа CVGE56-KC-PC холодопроизводительностью в расчетном режиме 2000 кВт каждая производства фирмы «Трейн» (рис. 1).

При большой холодопроизводительности целесообразно использовать компактные центробежные компрессоры.

Фирма «Трейн» имеет 50-летний опыт разработки и производства центробежных компрессоров для мощных холодильных машин холодопроизводительностью от 930 до 4000 кВт. В последних конструкциях центробежных компрессоров, работающих на R134a, осуществлен принцип двухступенчатого сжатия. Применение двухступенчатых компрессоров новой конструкции позволяет выдерживать значительные колебания давления на стороне нагнетания, устойчиво работать в диапазоне изменения тепловой нагрузки от 100 до 20 % и сократить габариты холодильной машины, что весьма важно при ограниченных размерах помещения.

Применение электродвигателя, охлаждаемого жидким хладагентом, а также герметичность конструкции

Рис. 1. Холодильная машина CVGE56-KC-PC производства фирмы «Трейн» в машинном зале храма

позволили повысить надежность машины.

На заводе-изготовителе полностью собранная холодильная машина проходит испытания согласно программе фирмы «Трейн» по обеспечению высокого качества.

Для снижения шума и вибрации машина монтируется на пружинных амортизаторах, работающих в широком диапазоне массовой нагрузки.

Водяные конденсаторы холодильных машин охлаждаются водой, поступающей при температуре 27 °С от двух вентиляторных градирен.

Чтобы не нарушить общей архитектурной композиции храма, градирни были размещены в выемках откосов котлована. Для устранения шума при их работе установили на входе и выходе наружного воздуха эффективные глушители. Меры по шумоглушению обязательны при использовании оборудования СКВ в центре города и обслуживании общественных помещений.

Принципиальная схема системы холодоснабжения СКВ приведена на рис. 2.

Две холодильные машины *1* параллельно подключены к трубопроводам *5* охлаждающей воды, которая проходит через конденсаторы *3* и вентиляторные градирни (на схеме рис. 2 не показаны). Из испарителей *4* вода при температуре 7 °С подается двумя циркуляционными насосами *13* в коллектор *12* диаметром 426 мм, а затем по трубопроводам ответвлений поступает к воздухоохладителям центральных кондиционеров и вентиляторных доводчиков, расположенных в помещениях храма Христа Спасителя.

Нагретая в воздухоохладителях вода поступает по общему обратному трубопроводу *11* диаметром 426 мм в сборный герметичный бак *7* объемом 25 м³. Для выравнивания расхода обратной воды служит отводной трубопровод *8* диаметром 219 мм.

Из бака *7* вода поступает в общий обратный коллектор *9* диаметром 426 мм и циркуляционными насосами *14* подается в испарители *4*. Для выравнивания давления в обратных трубопроводах служит мембранный расширительный бак объемом 2 м³. Для предотвращения повышения давления воды в подающем коллекторе *12* служит регулятор перепада давлений *10*.

В циркуляционных насосах CDM210 сдвоенной конструкции производства фирмы «Грундфос» два рабочих колеса расположены в одном корпусе. Каждое колесо имеет автономный электропривод.

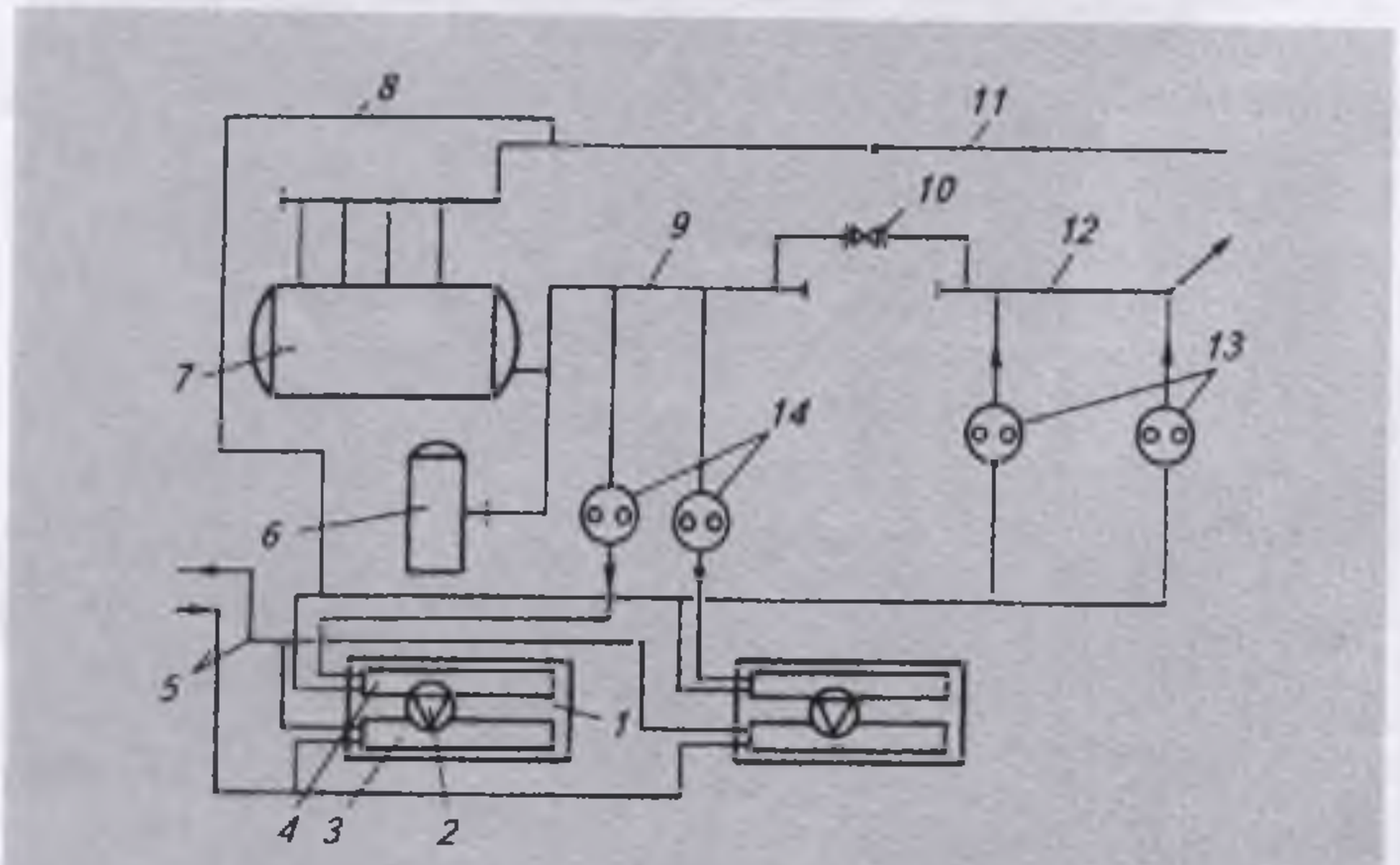


Рис. 2. Принципиальная схема центральной системы холодоснабжения:
1 – холодильная машина; 2 – двухступенчатый турбокомпрессор;
3 – конденсатор; 4 – испаритель; 5 – трубопроводы оборотного водоснабжения;
6 – мембранный расширительный бак для воды; 7 – сборный герметичный бак;
8 – отводной трубопровод; 9 – общий обратный коллектор; 10 – регулятор перепада давлений охлажденной воды; 11 – общий обратный трубопровод;
12 – подающий коллектор; 13, 14 – циркуляционные сдвоенные насосы

Внутри корпуса сдвоенного на са расположен перекидной кла закрывающий проточную часть работающего колеса. В случае исправности одного из колес его привода перекидывается вн ренний клапан и включается в р боту второе колесо в едином ко пусе. Это повышает надежнос СКВ.

Работа всех элементов систе холодоснабжения автоматизиро на.

Холодильные машины типа CV поставляются с микропроцессо ным модулем управления и конт ля типа UCP2 (на рис. 1 модуль UC показан в виде шкафа, смонти ванного на раме холодильного аг гата).

Данный модуль выполняет сле ющие основные функции:

- обеспечение безопасной рабо холодильных машин;
- согласование режима работы доохладительного агрегата с п требностями в холоде СКВ;
- оптимизацию энергопотреб ния водоохладительных агрегатов
- достижение полного восстано ления требуемых режимов рабо водоохладительных агрегатов;
- вызов изображения схем СКВ экран дисплея;
- минимизацию числа необход мых сервисных наблюдений за с темой холодоснабжения;
- контроль работы водяных нас сов системы холодоснабжения.

Следует особо отметить, что с п мощью микропроцессорного мод ля UCP2 можно обеспечить выв параметров работы холодильн машины на центральный пульт у равления инженерными системам здания, что и было реализовано храме Христа Спасителя.

Высокое качество оборудовани фирмы «Трейн», базирующееся многолетнем опыте работы, позв ляет создавать высокоэффекти ные, надежные в эксплуатации простые в обслуживании холодиль ные станции для различных объе тов. Реализованная в храме Христ Спасителя система холодоснабже ния подтверждает эти выводы и вы сокую оценку качества оборудова ния фирмы «Трейн».

Холодильные машины с центробежным компрессором типа CVGE

В последние годы для холодоснабжения систем кондиционирования воздуха широкое применение получили холодильные машины на основе герметичных двухступенчатых центробежных компрессоров производства фирмы TRANE. Машины работают на озонобезопасном хладагенте R134a в пределах холодопроизводительности от 930 до 4000 кВт. Диапазон регулирования холодопроизводительности от 20 до 100%. Машины высокоэффективны (холодильный коэффициент до 5.8), надежны, просты в эксплуатации и обслуживании.

Храм Христа Спасителя

Холодильная машина с двухступенчатым центробежным компрессором

Такие машины установлены и успешно обслуживают систему кондиционирования воздуха в храме Христа Спасителя, а также эксплуатируются на холодильной станции Московского Кремля; в торговом комплексе «Манежная площадь»; в Доме Правительства РФ; на нефтеперерабатывающем заводе в Капотне и на других объектах.

Микропроцессорная система управления холодильной машиной снабжена жидкокристаллическим дисплеем, на котором в удобной для оператора форме отражаются все необходимые параметры и режимы работы. При использовании холодильной машины для холодоснабжения СКВ зданий ее система управления может быть интегрирована в центральный пульт управления инженерными системами здания.

Вентиляторные градирни

Россия, 105821, Москва, Окружной проезд, 15
Тел.: (095) 742-00-09, 913-87-36, 365-06-41, 365-20-63; факс: (095) 365-44-69
e-mail: yak@trane.fr
www.trane.ru

Производственное объединение «ОВЕН»

Отечественные приборы для холодильного оборудования

Холодильная промышленность развивается сегодня в нашей стране довольно быстрыми темпами. Августовский кризис 1998 г., в результате которого резко сократились поставки импортной холодильной техники, пошел на пользу отечественным производителям. Это оживило российские заводы по производству торгового холодильного оборудования. С развитием различных форм торговли, в том числе и виртуальной, выросла потребность в холодильных камерах, охлаждаемых витринах и прилавках, в передвижных холодильных установках и кондиционерах.

Несмотря на то что большая часть этого рынка практически захвачена иностранными компаниями (скандинавскими, польскими, итальянскими и немецкими) и международными концернами, все же доля отечественных производителей торгового холодильного оборудования неуклонно растет. Среди российских лидеров в производстве торгового холодильного оборудования: АНПО «Марихолодмаш», ЗАО «Ариада», ЗАО «Протек», «Иней», АО «Холодмаш» (Ярославль), «Совиталпродмаш», «Полаир» (Нижний Новгород), «Феам» и многие другие.

С модернизацией действующих и появлением новых сборочных производств холодильного оборудования возникла необходимость в качественных системах управления. Спрос на такие устройства, как микропроцессорные блоки, осуществляющие контроль и регулирование работы холодильной установки, пока что удовлетворялся в основном за счет импорта. Многие отечественные производители холодильного оборудования предпочитали закупать микропроцессорные блоки управления за рубежом. С одной стороны, это определенная дань моде и в какой-то мере гарантирует надежность работы холодильной установки в целом, но с другой – значительно повышает стоимость продукции. Поэтому, несмотря на то что подобный выбор не способствует развитию отечественного производства, качественных российских приборов становится все больше. Приборостроители постоянно совершенствуют свои разработки, стараясь создать такой микропроцессорный блок, который обладал бы всеми качествами, необходимыми для надежного управления работой холодильной установки.

Сегодня несомненным лидером по поставкам таких микропроцессорных блоков считается ПО «Овен». Специалисты этой компании первыми в России разработали серию программируемых блоков управления различными холодильными установками и наладили их серийное производство.

Эти приборы – термогуляторы ТРМ9ХХ – функционально совместимы с аналогичными приборами фирмы Eliwell, доступны по цене и уже не уступают по надежности своим зарубежным аналогам, работают с двухпроводными термопреобразователями сопротивления РТС, неприхотливыми в эксплуатации и полностью совместимыми с аналогичными приборами фирм Eliwell, Technologic, Dixel, АКО и др.

За первый квартал 2001 г. уровень продаж терморегуляторов ТРМ9ХХ вырос в 3–4 раза, к ним появился повышенный интерес со стороны многих отечественных производителей холодильного оборудования. Предприятиям при работе с российским поставщиком удается избежать множества проблем, неминуемых в отношениях с зарубежными партнерами, и получить не уступающий по качеству западным аналогам прибор, имеющий почти в два раза меньшую цену, двухлетний гарантийный срок и доступный сервис.

В настоящее время при производстве холодильной техники применяют терморегуляторы двух основных типов: электромеханические и электронные.

Терморегуляторы первого типа более привычны для потребителя, ими оснащают бытовые холодильники или морозильные камеры. При сравнительно невысокой цене и надежной работе такие терморегуляторы пользуются большим спросом не только при производстве бытовых холодильников, но и при комплектации ряда недорогих охлаждаемых витрин. Эти приборы имеют фиксированный рабочий диапазон, устанавливаемый непосредственно на предприятии-изготовителе, что, надо сказать, ограничивает потребителя: заставляет его сразу определять температурный режим работы оборудования и далее придерживаться только установленных значений.

По мнению многих специалистов, будущее принадлежит электронным терморегуляторам, таким как ТРМ9... Причины постепенного перехода электромеханических терморегуляторов на электронные кроются в том, что современный потребитель предпочитает многофункциональность, возможность программировать большее количество параметров, вынести за пределы регулируемого объекта прибор, значит, снизить требования по степени его защиты от влаги и пыли. По сравнению с электромеханическими такие приборы стоят дороже, однако уже сейчас спрос на них резко повысился.

Электронные терморегуляторы обеспечивают весь цикл работы холодильной установки: поддержание температуры в камере хранения продуктов определенного вида; управление вентилятором для равномерного распределения температуры и влажности; периодическое размораживание испарителя для удаления снеговой «шубы»; задержку пуска компрессора для своевременного слива воды после размораживания.

Кроме перечисленных функций они предупреждают аварийные ситуации, осуществляя подачу аварийного сигнала при нарушении температурного режима, контролируя работу датчиков с выводом сообщения об их отказе на дисплей прибора и обеспечивая задержку пуска компрессора после возобновления его работы в случае перерыва в электропитании.

Если учесть, что мясо, сыр, фрукты, овощи, кондитерские изделия и другие пищевые продукты следует хранить при разных температурах (от –20 до +5 °С), то применение электромеханических регуляторов становится неэффективным из-за фиксированного диапазона поддержания требуемой температуры. В этом случае оптимальным решением будет использование электронного терморегулятора, который можно запрограммировать на поддержание в холодильной камере любой требуемой температуры.

Немаловажно и то, что в нынешних условиях постоянного повышения тарифов на электроэнергию заложенная

НАДЕЖНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ

**Приглашаем посетить наш стенд на выставке «Индустрия холода - 2001»
с 29 мая по 1 июня, КВЦ Сокольники, пав. 4а**

ТРМ974 щитовой

Блок управления средне- и низкотемпературными холодильными машинами двухканальный с автоматической разморозкой

- Цифровая индикация температуры
- Автоматическая разморозка
- Функция digifrost
- Защита компрессора
- Контроль температуры воздухоохладителя при разморозке
- Полная совместимость с Eliwell 974
- Защита от несанкционированного изменения параметров
- Сигнализация аварийного режима
- Номинальный ток нагрузки:
  - устройства управления компрессором 3 А
  - управления вентилятором 3 А
  - управления нагревателем 3 А

ТРМ974 на DIN-рейку

Блок управления средне- и низкотемпературными холодильными машинами двухканальный с автоматической разморозкой и мощными выходными реле

- Автоматическая разморозка
- Функция digifrost
- Защита компрессора
- Контроль температуры воздухоохладителя при разморозке
- Защита от несанкционированного изменения параметров
- Сигнализация аварийного режима
- Напряжение питания 220 В, 50 Гц
- Номинальный ток нагрузки:
  - устройства управления компрессором 10 А
  - управления вентилятором 3 А
  - управления нагревателем 10 А

ТРМ961

Блок управления средне- и низкотемпературными холодильными машинами одноканальный с возможностью подключения аварийной сигнализации

- Цифровая индикация температуры
- Периодический останов компрессора для оттайки
- Автоматическое поддержание температуры
- Защита компрессора
- Контроль температуры воздухоохладителя при разморозке
- Защита от несанкционированного изменения параметров
- Возможность подключения аварийной внешней сигнализации
- Номинальный ток нагрузки:
  - устройства управления компрессором 3 А
  - управления вентилятором 3 А
  - управления нагревателем 3 А

Основные технические характеристики

Тип датчика	**полупроводниковый PTC сенсор с силиконовым кабелем**
Диапазон поддерживаемых температур	**– 50 ... +50°С**

109456, Москва, 1-й Вешняковский пр-д, д.2,
тел./факс: (095) 174-8940, 171-0921, 171-8089,
e-mail: sales@owen.ru http://www.owen.ru

ОВЕН

МЫ ДЕЛАЕМ НАДЕЖНЫЕ ПРИБОРЫ

в приборе возможность программирования дает существенную экономию, так как позволяет своевременно проводить периодическое оттаивание снеговой «шубы» испарителя.

Серийное производство в ПО «Овен» ряда таких приборов, как ТРМ974Щ, ТРМ974Д и ТРМ961, дает возможность выбрать подходящую модификацию. Терморегуляторы ТРМ974 и ТРМ961 имеют щитовое исполнение и ставшие стандартными габаритные размеры передней панели 32×74 мм. Питание этих приборов осуществляется через понижающий трансформатор. У прибора ТРМ974Д, используемого для монтажа на DIN-рейку, габаритные размеры передней панели 72×88 мм. Питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В. У моделей ТРМ974 и ТРМ961 несколько функциональных отличий. Например, ТРМ961 управляет компрессором холодильной машины и выдает аварийный сигнал, имея в наличии только два реле. К ней подключается только один термопреобразователь сопротивления, а процесс оттаивания осуществляется путем остановки компрессора.

Прибор ТРМ974 обладает более широким набором функций: осуществляет раздельное управление компрессором, ТЭНом и вентилятором холодной зоны, имея три реле и два термопреобразователя. Первый – термопреобразователь холодной зоны, предназначен для контроля температуры в камере, второй – для воздухоохладителя и контроля процесса оттаивания.

Применение приборов ТРМ9ХХ практически не ограничено. Помимо средне- и низкотемпературных холодильных витрин, моноблоков, чиллеров, холодильных и морозильных камер они могут управлять холодильными установками сплит-систем и авторефрижераторов.

Для качественной работы холодильного оборудования нужны не только хорошие приборы, обеспечивающие поддержание заданных режимов, важно также защитить электродвигатель от перепадов напряжения в сети. Такие неприятные явления, как внезапные отключения электричества или понижение напряжения в сети, не самым лучшим образом сказываются на работе электродвигателя холодильной установки. Следовательно, компрессоры нуждаются в специальных защитных устройствах. Выпускаемые ПО «Овен» мониторы напряжения МНС1 успешно решают проблему защиты компрессоров холодильных установок в аварийных ситуациях:

- выход напряжения за заданные пределы;
- обрыв, слипание фазы;
- перегрев обмотки электродвигателя.

Кроме того, МНС1 автоматически запускает электрооборудование сразу после устранения аварии или после истечения установленного времени задержки включения.

Выбирая дорогие импортные приборы, цена которых зависит от курса доллара и таможенных пошлин, нужно помнить о том, что далеко не все обеспечены сервисным обслуживанием. И возможно, практичнее окажутся отечественные приборы, качественные, надежные и недорогие. Техническая поддержка и двухлетняя гарантия на приборы сделают переход на них легким и безболезненным для бюджета предприятия.

ОВЕН

109456, Москва, 1-й Вешняковский проезд, д. 2.
Тел.: (095) 171-0921, 174-8940. Факс: (095) 171-8089
E-mail: sales@owen.ru http://www.owen.ru

Выставочный центр
ГК "Жемчужина"

22-24 июня
СОЧИ

МОЛОКО

Третья Международная специализированная выставка-ярмарка

МОЛОКО
2001

В рамках выставки проводится фестиваль мороженого "СНЕЖОК"

- Молоко и молочные продукты.
- Масло, сыр, мороженое.
- Оборудование для производства и обработки молока и молочных продуктов.
- Сырье и ингредиенты для производства мороженого и кисломолочных продуктов.
- Тара и упаковка, полиграфия.
- Холодильное и морозильное оборудование и агрегаты.

Конкурс кисломолочных продуктов и мороженого

ЗАО "Соуд-Сочинские выставки": тел. (8622) 62-32-55, 92-59-94
факс: 62-31-79, 62-10-26, e-mail: soud@sochi.ru, http://soud.sochi.net

Для практиков

Система охлаждения компрессоров Bitzer с помощью управляемого впрыска хладагента (CIC)

Использование хладагента R22 вместо R502 в низкотемпературном холодильном оборудовании связано с необходимостью выполнения ряда специальных требований к конструкции компрессора и холодильному маслу. При повышении давления конденсации R22 температура нагнетания может быстро достичь недопустимых значений. При длительной эксплуатации в таких условиях стабильность масла в смеси с хладагентом падает и, как следствие, снижается срок службы компрессора. Снизить температуру нагнетания удается путем применения специальной системы охлаждения, использующей управляемый впрыск жидкого хладагента во всасывающую полость компрессора. Применительно к компрессорам Bitzer такая система получила название CIC (Controlled Injection Cooling). В распоряжении потребителя появился надежный способ ограничивать температуру нагнетания в четырех- и шестицилиндровых поршневых компрессорах.

Основное назначение системы. Охлаждение компрессоров большой мощности невозможно обеспечить только путем принудительного обдува наружным воздухом. Это обусловлено тем, что с ростом холодопроизводительности компрессора соотношение между теплотой, выделяемой при работе электродвигателя и в процессе сжатия, и площадью наружной охлаждаемой поверхности становится все менее благоприятным. Чтобы улучшить охлаждение компрессора в наиболее теплонапряженных областях, компания Bitzer предложила комбинацию, которая предусматривает одновременное охлаждение всасываемым паром, принудительным обдувом наружным воздухом, а также с помощью управляемого впрыска жидкого хладагента.

Главный элемент этой комбинации — система CIC (рис. 1), осуществляющая управляемый впрыск жидкого хладагента.

Основное назначение системы CIC заключается в непрерывном контроле за температурой нагнетания и сравнении ее с максимально допустимым значением с помощью блока управления. В случае превышения этого значения, устанавливаемого заранее, жидкий хладагент впрыскивается во всасывающую полость компрессора (минуя электродвигатель) и с помощью специальной форсунки *4* направляется на наружную поверхность горячих стенок цилиндров. Точная дозировка хладагента обеспечивается импульсным электромагнитным клапаном *5*. Жидкий хладагент, испаряясь, охлаждает рубашки цилиндров и одновременно снижает температуру поступающего со стороны электродвигателя всасываемого перегретого пара, смешиваясь с ним. После падения температуры впрыск хладагента прекращается и возобновляется лишь в случае необходимости. В сочетании с интенсивным обдувом наружной поверхности компрессора такая схема позволяет поддерживать температуру пара, выходящего из компрессора на требуемом уровне.

Область применения. При значительном количестве впрыскиваемого хладагента, обусловленном повышенными потребностями в охлаждении, существует опасность усиления «смывающего воздействия» не полностью испарившегося хладагента на масляную пленку, покрывающую внутреннюю поверхность стенки цилин... Кроме того, в этих условиях явно сни... ется объемный расход хладагента по ... туру, что приводит к уменьшению холо... производительности и холодильного ... эффициента.

Чтобы повысить эффективность и б... зотказность работы холодильного обо... дования, рекомендуется использовать ... стему охлаждения впрыском только ... случаях, когда температура конденса... меняется плавно и ее превышение явл... ся исключительным событием. Вдоба... к этому перегрев всасываемого пара ... жен быть как можно меньше, а темп... тура кипения не должна опускаться ... слишком низких значений. В этих сл... ях впрыск жидкого хладагента будет ... ществляться время от времени, а его ... цательное влияние на холодопроизво... гельность и холодильный коэффициен... также опасность преждевременного из... са подвижных деталей сведутся к ми... муму.

Рекомендуемая область применения ... стемы CIC в одноступенчатых компр... сорах с учетом изложенных выше огра... чений показана на рис. 2 сплошной ли... ей. Вместе с тем нормальное функци... рование компрессора обеспечивает... при расширении этой области до опр... ленных границ, которые на рис. 2 пок... ны пунктиром. Использование систе... CIC в области, показанной пунктир... хотя и технологически допустимо, но ... жно быть ограничено вследствие сни... ния холодопроизводительности, хол... дильного коэффициента и показателе... дежности.

Систему CIC можно применять и ...

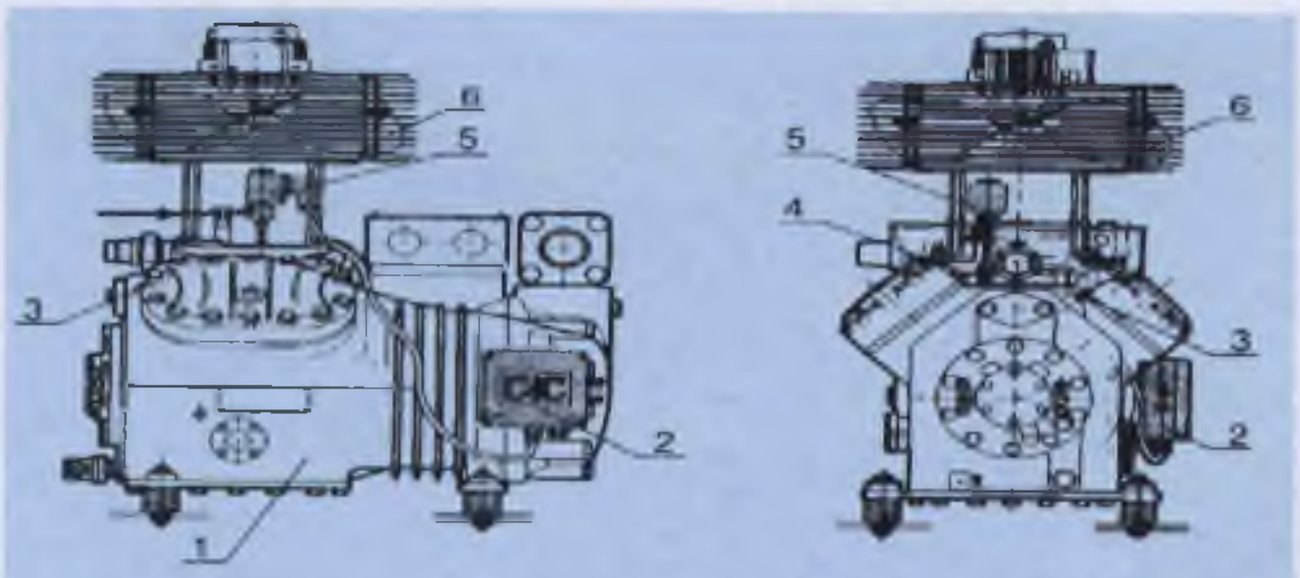


Рис. 1. Поршневой бессальниковый компрессор с системой CIC и дополнительным вентилятором принудительного обдува:
1 — компрессор; 2 — блок управления системой CIC;
3 — датчик температуры; 4 — форсунка впрыска хладагента;
5 — импульсный электромагнитный клапан впрыска жидкого хладагента;
6 — дополнительный вентилятор

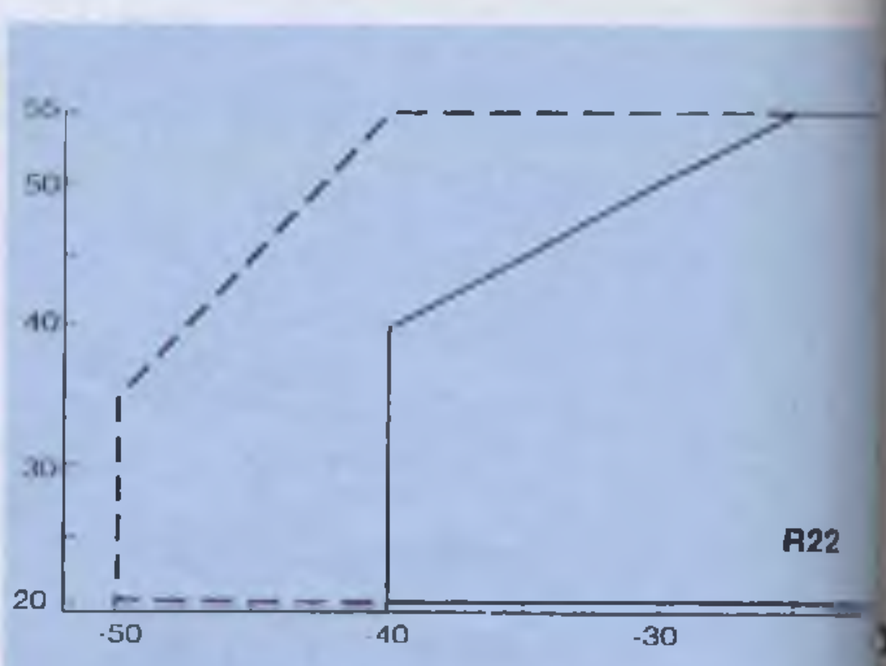


Рис. 2. Область применения системы CIC в одноступенчатых компрессорах

ие высоких температурах кипения
–5 °С). Границы области ее исполь-
ния в одноступенчатых поршневых
ессорах соответствуют температуре
вания не выше 25 °С.

Принципиальная схема холодильной ма-
Применение в холодильной маши-
истемы CIC практически не отража-
на ее схеме. Основное отличие состо-
том, что вводится дополнительная
ока, соединяющая жидкостную маги-
ь с импульсным электромагнитным
паном *5* (рис. 3), установленным на
прессоре *1*. Чтобы исключить образо-
паровых пузырей в жидкости на вхо-
клапан *5*, дополнительную трубку вре-
т в жидкостную магистраль снизу на
изонтальном участке.

Перед клапаном *5* устанавливают фильтр
кой очистки *8* и смотровое стекло *7* для
ального контроля за процессом впрыс-
Трубка, соединяющая жидкостную ма-
раль с клапаном впрыска, должна
ть диаметр 10 мм (3/8").

Вместе с тем схема и рабочие парамет-
холодильной машины существенно
ют и на процесс впрыска, и на КПД.
ствие этого перегрев всасываемого
а так же как и разность между давле-
ми конденсации и всасывания, долж-
поддерживаться по возможности на
имальном уровне.

При использовании новой системы CIC
холодильной машине необходимо вы-
нить следующие рекомендации:

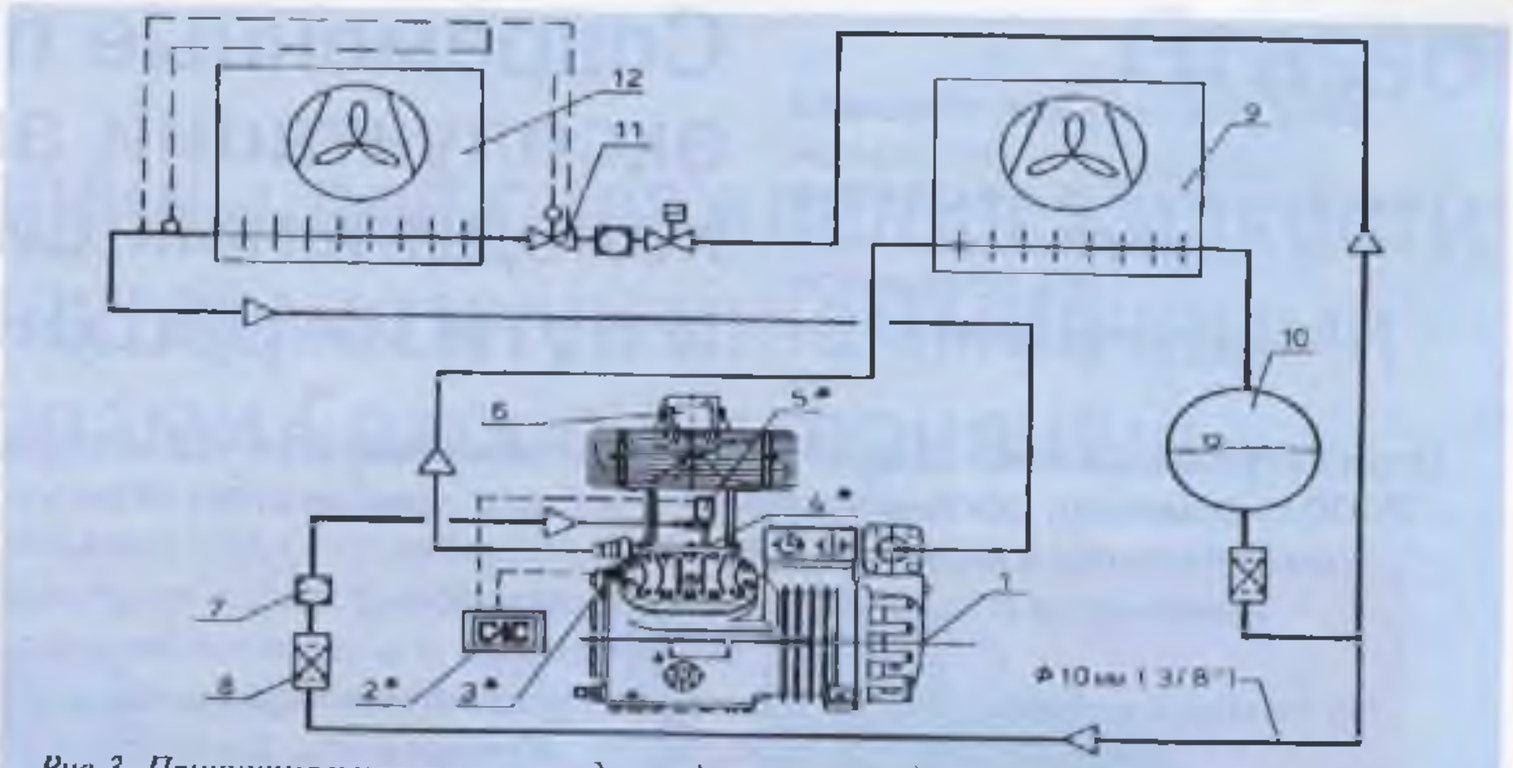


Рис.3. Принципиальная схема холодильной машины с одноступенчатым поршневым компрессором, оборудованным системой CIC:
1 – компрессор; 2 – блок управления системой CIC; 3 – датчик температуры нагнетания; 4 – форсунка впрыска жидкого хладагента; 5 – импульсный электромагнитный клапан; 6 – дополнительный вентилятор обдува головки блока компрессора; 7 – смотровое стекло; 8 – фильтр тонкой очистки; 9 – конденсатор; 10 – жидкостный ресивер; 11 – терморегулирующий вентиль (ТРВ); 12 – испаритель. Звездочкой отмечены элементы, относящиеся к системе CIC

• всасывающая магистраль должна быть теплоизолирована, а ее длина сведена к минимуму;
• регенеративный теплообмен по возможности должен быть исключен;
• потери давления в трубопроводах и элементах контура желательно свести к минимуму;
• разность между температурами конденсации и кипения должна поддерживаться на минимально возможном уровне;
• регулирование давления и температуры конденсации должно осуществляться плавно, а значения температуры конденсации поддерживаться на минимально возможном уровне.

Представительство *«Битцер СНГ»*
Россия, 193124, Санкт-Петербург,
пл. Пролетарской Диктатуры, 6.
Тел.: +7(812) 326-1353, 276-1800,
факс: +7(812) 326-1356
E-mail: center@bitzer.ru

SB Distribution
Профессиональный холод из Франции
ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ
СПЛИТ-СИСТЕМЫ
Охладители жидкостей
Оборудование для быстрого! замораживания охлаждения
Холодильные и морозильные камеры
Проекты "под ключ"
СТЕП
г.Москва, 2-ой Рощинский пр., д.8,
тел./факс: (095) 232-09-53, 232-21-53,
956-25-76, e-mail:stepgrp@online.ru

КОМПЛЕКТНОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ (СПЛИТ-СИСТЕМЫ)
ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕР И СКЛАДОВ ОТ 20 ДО 4500М³
Назначение:
ХРАНЕНИЕ
температура, поддерживаемая в рабочем объеме, от +10°С до -25°С
ЗАМОРОЗКА
температура, поддерживаемая в рабочем объеме, от -18°С до -35°С
FRIGA BOHN (Франция)
Приборы контроля и автоматики
• Danfoss
• Eliwell
• ABB
Расходные материалы
• Хладагенты
• Медный трубопровод и фитинги
COPELAND, BITZER (Германия)
Холодильные камеры, склады, сэндвич-панели любых типов и размеров, большой выбор холодильных дверей.
КРИОТЕК
(095) 280-2351, 280-8833
129110, г. Москва, Каланчевская ул., 32/61; e-mail: info@krlotek.ru
Приглашаем региональных дилеров

Канд. техн. наук **М.П.КУЗЬМИН**
УК «Холод»,
О.А.БАХВАЛОВ
ОАО «Росмясомолторг»,
С.А.ПЛЕШАНОВ
МГУ прикладной биотехнологии

Современные проблемы эксплуатации аммиачных холодильных систем и пути их решения

Этой актуальной теме был посвящен состоявшийся 14–17 ноября 2000 г. семинар, организованный учебным комбинатом «Холод» (находящимся в ведении ОАО «Росмясомолторг») для главных инженеров и начальников компрессорных цехов пищевых предприятий и хладокомбинатов. На семинаре присутствовали представители хладокомбината ст. Узловая, Смоленского, Жуковского, Калужского, Воронежского, Саратовского хладокомбинатов, а также правления ОАО «Росмясомолторг», научно-исследовательских и проектных организаций, вузов, фирм и т. д.

Большой интерес у слушателей вызвали доклады главного инженера правления ОАО «Росмясомолторг» *О.А.Бахвалова* «Эксплуатация аммиачных холодильных установок на предприятиях ОАО «Росмясомолторг» и приведение их в соответствие с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок», директора учебного комбината «Холод» *М.П.Кузьмина* «Современные тенденции в проектировании холодильных систем крупных потребителей холода», сообщения ведущих специалистов ВНИХИ, Гипрохолода, представителей фирм Güntner, «Остров», «Химхолодсервис» и др.

В выступлениях отмечалось, что в настоящее время на аммиаке работают 98 % холодильных установок в системе ОАО «Росмясомолторг», 60 % в мясной промышленности, 50 – в кондитерской, 80 – в производстве пива и напитков, 70 % в овоще- и фруктохранилищах. Такое широкое применение аммиака объясняется его отличными термодинамическими свойствами и практически полной экологической безопасностью. Однако нельзя забывать о его токсичности и взрывоопасности.

Ведущие специалисты ОАО «Росмясомолторг», ВНИХИ, Гипрохолода с большой тревогой констатировали тот факт, что на многих акционированных в 90-х годах пищевых предприятиях в настоящее время техническое состояние аммиачного холодильного оборудования не отвечает требованиям действующих «Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок» (ПБ-09-220–98), а из-за низкой квалификации обслуживающего персонала эксплуатация холодильных установок осуществляется неграмотно. В ходе проверок особенно часто встречались нарушения, связанные с проектной документацией. Известны случаи, когда коммерческие структуры пытались скрыть аварии, произошедшие на аммиачных холодильных установках, от контролирующих органов.

Сейчас, когда в связи с международными соглашениями о запрете использования озоноразрушающих хладагентов во всех развитых странах наблюдается «аммиачный бум», особенно актуальна задача обеспечения безопасной работы холодильного оборудования.

Во всех странах в этом направлении ведутся интенсивные разработки по совершенствованию основных компонентов аммиачных холодильных установок (компрессора, воздухоохладителя, конденсатора, ТРВ). С одной из таких разработок, выполненной немецкой фирмой Güntner, слушателей семинара ознакомил ее представитель.

Как известно, высокая активность аммиака по отношению к меди и медным сплавам создает дополнительные сложности при изготовлении холодильного оборудования, поэтому трубопроводы, теплообменники и арматуру делают из стали. Классические воздухоохладители для работы на аммиаке состоят из стальных труб и ламелей, причем готовый теплообменный блок после сборки проходит процесс горячего цинкования. Однако в последние годы за рубежом для этой цели все чаще применяют трубы из нержавеющей стали и ламели из алюминия или и то, и другое из сплавов алюминия. Такие воздухоохладители распространены в США, в Европе находят пока ограниченное применение.

Хотя теплообменники с классической комбинацией материалов все еще составляют около 80 % рынка, в отдельных случаях новые сочетания материалов имеют перевес, например на мясоперерабатывающих комбинатах и скотобойнях, где применяются агрессивные моющие и чистящие средства. Вследствие частого, иногда неквалифицированного, использования моющих средств увеличилось число коррозионных повреждений классических теплообменников: слой цинка на них «съедается», что приводит к еще более сильным коррозионным повреждениям уже не защищенной трубы.

Воздухоохладители с трубами из нержавеющей стали и ламелями из алюминия с эпоксидным покрытием в состоянии не только выдержать воздействие агрессивных сред, но и обеспечить повышенные гигиенические требования, предъявляемые к оборудованию, используемому в пищевой промышленности.

Наряду с повышенной коррозионной стойкостью применение альтернативных материалов для теплообменников имеет и другие преимущества. Лучшая теплопередающая способность нержавеющей стали и алюминия позволяет уменьшить габариты теплообменника примерно на 40 % по сравнению с классической комбинацией, а следовательно, уменьшить массу и объем труб теплообменника.

В заключение следует отметить, что сложившиеся экономические условия в России дает возможность выжить, развиваться и стать лидерами в своей отрасли только тем пищевым предприятиям, которые проводят грамотную инвестиционную, маркетинговую политику и применяют современные технологии как в производстве, так и при техническом оснащении своих предприятий. Примером может служить Царицынский мясокомбинат, который одним из первых в России начал успешно эксплуатировать воздухоохладители нового типа.

GEA

Grasso

Холодильные машины для охлаждения жидкости (чиллеры) с полугерметичными аммиачными компрессорами Грассо Интернэшнл

На базе поршневых полугерметичных аммиачных компрессоров производства фирмы «Грассо» (завод в г. Халле, Германия) создано семейство холодильных машин для охлаждения жидкостей (чиллеров) с широким диапазоном производительности: от 115 до 1549 кВт.

Совместные исследования специалистов фирм «Грассо» и «Сименс» позволили разработать специальный электродвигатель, устойчивый к воздействию аммиака, повышенной влажности и холодильных масел, пригодный для применения в полугерметичных аммиачных компрессорах «Грассо» уникальной конструкции.

Безусловными преимуществами полугерметичных холодильных компрессоров по сравнению с компрессорами открытого типа являются:

- отсутствие сальникового уплотнения вала и исключение утечки хладагента;
- снижение инвестиционных затрат в связи с относительно невысокой стоимостью компрессоров;
- сокращение эксплуатационных расходов, связанных с необходимостью периодической замены сальникового уплотнения, соединительной муфты и центровки валов электродвигателя и компрессора;
- интенсивное охлаждение электродвигателя, допускающее кратковременные перегрузки до 30 % от номинальной мощности;
- пониженный уровень шума и вибрации в связи с отсутствием дисбалансов;
- малые размеры, позволяющие создать компактные агрегаты и холодильные машины.

В конструкциях холодильных машин в качестве испарителей используются кассетно-пластинчатые сварные или кожухотрубные теплообменники с одним или двумя контурами. Благодаря оптимизации холодильного контура при непосредственном кипении хладагента в испарителе чиллеры заправляют минимальным количеством аммиака, не превышающим 21,5 кг в одноконтурных машинах. Автоматический контроль и управление работой холодильной машиной осуществляются программируемой микропроцессорной системой.

Ряд передовых технических решений, примененных в конструкциях холодильных машин, сделали их абсолютно безопасными в эксплуатации. Поэтому наибольшее распространение чиллеры «Грассо» с полугерметичными компрессорами получили в Европе в установках кондиционирования воздуха на промышленных предприятиях и объектах социально-культурной сферы, а также в традиционных областях использования холодильной техники.

Чиллер	Холодопроизводительность, кВт*	Габаритные размеры (Д/Ш/В), мм	Масса, кг	Мощность привода, кВт	Число контуров	Заправка хладагентом, кг
Чиллеры с кассетно-пластинчатым испарителем						
100.2-11K45	115	1500/1800/1400	1300	22,2	1	4,8
140.2-11K45	154	1500/1800/1400	1350	29,6	1	4,9
170.2-11K45	193	1500/1800/1400	1580	37,0	1	5,0
200.2-11K45	231	1500/1800/1300	1780	44,4	1	5,0
250.2-11K75	264	1500/1850/1350	1950	47,6	1	8,0
300.2-11K75	317	1850/1800/1600	2230	57,1	1	9,0
350.2-11K75	369	1900/1850/1600	2400	66,7	1	11,0
400.2-11K75	421	1950/1900/1600	2450	76,1	1	12,0
Чиллеры с кожухотрубным испарителем						
100.2-11K45	107	3500/920/1700	1820	21,9	1	8,1
140.2-11K45	143	3500/920/1700	1820	29,3	1	8,1
170.2-11K45	170	3500/970/1750	2240	36,5	1	11,8
200.2-11K45	215	3500/970/1750	2240	44,0	1	11,8
250.2-11K75	238	3500/1050/1800	2530	46,8	1	16,4
300.2-11K75	286	3500/1060/1800	2530	56,4	1	16,4
350.2-11K75	339	3500/1130/1850	3100	66,2	1	21,5
400.2-11K75	387	3500/1130/1850	3100	75,6	1	21,5
200.2-22K45/45	215	3500/1160/1900	3045	44,0	2	8,1+8,1
280.2-22K45/45	286	3500/1190/1900	3045	58,6	2	8,1+8,1
340.2-22K45/45	358	3500/1240/2050	3785	73,0	2	11,8+8,1
400.2-22K45/45	431	3500/1240/2050	3910	88,0	2	11,8+11,8
500.2-22K75/45	502	3700/1380/2260	5025	100,4	2	16,4+11,8
600.2-22K75/75	573	3700/1380/2260	5105	112,8	2	16,4+16,4
700.2-22K75/75	678	3900/1460/2350	6010	132,3	2	21,5+16,4
800.2-22K75/75	774	3900/1460/2350	6185	151,2	2	21,5+21,5
560.2-42K45	572	4800/2200/2550	7150	117,0	2	16,0+16,0
680.2-42K45	717	4800/2200/2550	7850	146,0	2	20,0+20,0
800.2-42K45	862	4800/2200/2550	8650	176,0	2	23,5+23,5
1000.2-42K75/45	1002	5200/2350/2850	10350	197,0	2	28,0+28,0
1200.2-42/K75	1146	5200/2350/2850	10550	226,0	2	33,0+33,0
1400.2-42K75	1355	5200/2350/2900	11700	265,0	2	38,0+38,0
1600.2-42K75	1549	5200/2350/2900	12800	302,0	2	43,0+43,0

*При температуре охлаждаемой воды на входе 12 °С, на выходе 6 °С и температуре охлаждающей воды на входе в конденсатор 25 °С, на выходе 30 °С.

Grasso International, Представительство в Москве:

Семеновский вал, 6, строение 1, 105094,Россия, Москва.
Телефон: /095/ 787-20-11, 787-20-13, 787-20-14. Факс: /095/ 787-20-12.
E-mail: grasso@gea.ru. Адрес в Интернете: http://www.grasso.nl

В Международном институте холода

Из Бюллетеня МИХ

CO_2 КАК ХЛАДАГЕНТ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛЕ

Во всем мире растет число проектов, связанных с использованием CO_2. Наиболее перспективными автор считает проекты установок кондиционирования воздуха в автомобилях, низкотемпературных каскадных установок (CO_2–аммиак), а также установок, в которых CO_2 применяется в качестве хладоносителя. К этому можно добавить несколько других проектов, которые в настоящее время находятся на стадии исследования. Среди них: тепловые насосы, установки жидкого льда, имеющего температуру ниже – 56 °С, каскадные установки, в которых могут быть использованы смеси CO_2 при более низком давлении по сравнению с обычным. Кроме того, постоянно проводятся изыскания других возможных областей применения CO_2 как на суше, так и на море. Учитывая физические свойства CO_2, его безвредность для окружающей среды, возвращение CO_2 как хладагента, по крайней мере, для двух (или более) областей применения считается вполне вероятным. Широкий прорыв его применения станет реальностью в последующие 5–8 лет.

E.Korfitsen//Kelvin, BE, 1997, № 3–4, pp.26–55.
БМИХ, 1999, № 1, с.29.

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОЙ ТРОЙНОЙ СМЕСИ ХЛАДАГЕНТОВ

Представлены результаты изучения энергетической эффективности новой тройной смеси, состоящей из R23/R32/R125 для замены R502 и R22. Оценку проводили по эксплуатационным характеристикам экспериментального теплового насоса с ротационным компрессором мощностью 3 кВт. Кроме того, исследовали R22 как контроль, а также R410A, R407C и смесь из четырех хладагентов – R32/R125/R143a/R134a. Утверждается, что по результатам испытаний в одинаковых условиях предлагаемая тройная смесь обладает высокими характеристиками по сравнению с другими рассматриваемыми вариантами. Значения степени сжатия и давления нагнетания соответствуют новым компрессорам, которые предусматривались для применения. Кроме того, результаты исследований показали, что тройная смесь является наилучшим вариантом замены R22 в тепловых насосах и низкотемпературном оборудовании.

S.M.Sami, B.Song et al.//Int J.Energy Res., GB, 1997.10.10, vol.21, № 12, pp.1071–1079.
БМИХ, 1999, № 1, с.29.

ИСПАРИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

В настоящее время согласно исследованиям для кондиционирования воздуха предпочтительнее использовать в целях снижения энергоемкости испарительное охлаждение. В статье рассматривается схема с тепловой трубкой и испарительным охладителем. При тепловой нагрузке 10 кВт рекомендуется использовать тепловую трубку длиной 68 м, наружным диаметром 12 мм с литыми круговыми ребрами в количестве 400 на 1 м.

J.V.Kaudinya, S.Sandhu//AIRAH J., AU, 1998.01, vol.52, № 1, pp.26–31.
БМИХ, 1999, № 1, с.38.

ОХЛАЖДЕНИЕ В ДВУХФАЗНОЙ СМЕСИ – ТВЕРДОЙ И ЖИДКОЙ

В статье делается прогноз, что использование ледяной шуги (кашицы льда) для замораживания продуктов будет возрастать. Можно с уверенностью говорить о перспективе применения способа погружения их в двухфазную смесь при низкой температуре (–30 или –35 °С). Ледяная шуга, обладая большой теплоемкостью благодаря наличию твердой фазы, позволяет активизировать процесс замораживания. Широкое применение этого способа сдерживается из-за отсутствия конкурентоспособных льдогенераторов, обслуживаемых холодильными установками мощностью от 100 до 1000 кВт. Широкий диапазон способов производства ледяной шуги позволяет предположить, что эта проблема будет вскоре решена.

P.Rivet//Kelvin, BE, 1997, № 3–4, pp.79–92.
БМИХ, 1999, № 1, с.38.

МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА АДИАБАТНЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ ТРУБОК

Приведена модель двухфазного потока, предназначенная для изучения характеристик адиабатных капиллярных трубок в малых парокомпрессионных холодильных системах, в частности в бытовых холодильниках и морозильниках. Модель сверена с ранее используемыми моделями в определенном диапазоне рабочих условий. Оказалось, что она достаточно хорошо согласуется с имеющимися экспериментальными данными для R134a.

P.K.Bansal, A.S.Rupasinghe//Appl.Therm. Eng., GB, 1998.03–04, vol.18, № 3–4, pp.207–21
БМИХ, 1999, № 1, с.

ИСПЫТАНИЯ БЫТОВОГО ХОЛОДИЛЬНИКА-МОРОЗИЛЬНИКА

Цель испытаний – снизить расход энергии холодильниками емкостью 526 л на 50 % относительно норм, установленных национальным законом. Был создан лабораторный опытный образец с вакуумной изоляцией морозильника, увеличенной толщиной двери, высокоэффективным компрессором, вентилятором конденсатора с низкой (активной) мощностью, бо́льшим испарителем и контролем оттайки. В результате потребление энергии составило 0,928 кВт • ч в сутки, при этом стоимость возросла приблизительно на 134 USD. Так как такой рост стоимости оказался слишком высоким, рассмотрели другой, более экономичный проект, в котором исключили вакуумную изоляцию и уменьшили испаритель. В результате расход энергии составил 1,164 кВт • ч в сутки, а стоимость возросла всего на 53 USD.

E.A.Vineyard, R.Sand//ASHRAE Trans. US, 1997, vol.103, № 2, pp.621–6
БМИХ, 1999, № 1, с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ R134a В СИСТЕМАХ С КАПИЛЛЯРНЫМИ ТРУБКАМИ

С прекращением использования R предпочитаемой комбинацией для холодильных машин стало сочетание R1 и полиэфирного масла. В связи с недостаточной информацией о надежности этой комбинации были проведены исследования масла на содержание влаги, растворенного железа, общих кислот, а также спектральный анализ в инфракрасной области. Первые испытания показали возможность закупорки капиллярных трубок различными загрязнениями. В статье представлены данные о засорении капиллярных трубок и рабочих характеристиках.

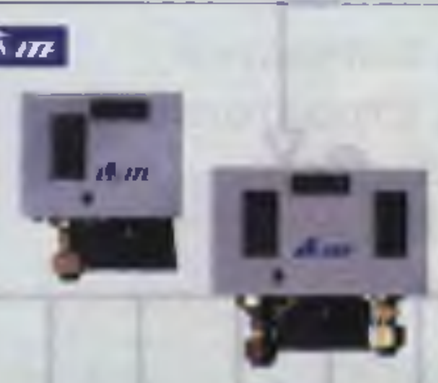
R.Devos//ASHRAE Trans., US, 19 vol.103, № 2, pp.640–6
БМИХ, 1999, № 1, с.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕМОНТА И ОБСЛУЖИВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Вакуумные насосы .....от 295 у.е.
производительность от 35 до 380 л/мин

Наборы инструментов...от 320 у.е.
для сервисного обслуживания

Аксессуары для монтажа холодильного оборудования .от 20 у.е.



Реле давления .....от 40 у.е.

Термоанемометры .....от 300 у.е.

Фильтры .....от 13 у.е.
осушительные, кислотные, реверсивные

ТРУБОПРОВОД МЕДНЫЙ, ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

Трубопровод медный MUELLER (USA), METTUBE (Malaysia)
1/4" - от 0,6 у.е., 3/8" - от 1,0 у.е., 1/2" - от 1,5 у.е. и т.д.
Теплоизоляция для трубопроводов из вспененного каучука
1/4" - от 0,32 у.е./м, 3/8" - от 0,38 у.е./м, 1/2" - от 0,45 у.е./м и т.д.

КОМПРЕССОРЫ

Роторные .....от 175 у.е.
от 2060 до 7100 кВт
Спиральные.....от 495 у.е.
от 4700 до 14200 кВт
Инверторные ...от 235 у.е.
от 2500 до 5200 кВт

ПОМПЫ SAUERMANN

	SI1820	SI4750	SE1605
Производительность, л/ч	70	10	32
Высота всасывания, м	-	2,5	-
Высота подъема, м	4,5	8	13
Потребляемая мощность, Вт	110	18	40
Цена, у.е.	94	162	251

ФРЕОН

Фреон.....от 60 у.е.
"National refrigerants" (UK)
R-22, 13,6 кг

КЛИМАТ - ТУЛЗ
торговая фирма

Тел.: (095) 232-5661, 105-3545. Факс: (095) 742-3102
Адрес: 127018, Москва, 3-й пр. Марьиной Рощи, 40. НПО "Техномаш", оф. 503

СВЕП ИНТЕРНЕШНЛ АБ (Швеция)

Ведущий мировой производитель пластинчатых теплообменников (около 60 % мирового рынка продаж пластинчатых теплообменников, применяемых в холодоснабжении)
Поставщик пластинчатых теплообменников для ведущих производителей холодильной техники (TRANE, CARRIER, YORK, HITACHI и т. д.)

Самая обширная номенклатура пластинчатых теплообменников для работы в системах охлаждения в качестве:
теплообменников для развязки по теплоносителю в системах "чиллер-фанкойл", конденсаторов, испарителей, экономайзеров, перегревателя газа, переохладителей конденсата, маслоохладителей, осушителей сжатого воздуха.

Используя наши теплообменники, вы получаете:
возможность выбора эффективного теплообменника для самых разнообразных исходных условий, компактные установки — габариты и масса теплообменников в 5–6 раз меньше, чем у традиционных; эффективное кипячение — 100%-ный выход газа, снижение объемов хладагента, циркулирующего в системе; большие возможности регулирования.

Теплообменники СВЕП могут работать различными хладагентами, такими, как например, R22, R134a, R410A и т. д.
Для применения в холодильной технике фирма СВЕП предлагает как стандартные теплообменники серии B, так и специальные – для холодильных систем, как, например испарители серии V. Для работы с аммиаком разработана серия полусварных теплообменников GW. Большой выбор исполнения соединений и вариантов их расположения позволяет легко встраивать теплообменник в любую систему.
Обширная база данных по всем применяемым хладагентам, современное программное обеспечение и многолетний опыт работы нашей фирмы в области холодоснабжения позволяют нам всегда предлагать своим клиентам наилучшее решение.

Представительство фирмы СВЕП в России:
тел.: 231-48-65, 231-48-66; факс: 929-05-29
e-mail: swep.russia@mtu-net.ru
http://www.swep.ru

SWEP

ПРОМЫШЛЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

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

КРИОТЕК
(095) 280-1446, 280-8201
280-2351, 280-8833
129110, г. Москва, Каланчевская ул., 32/61; e-mail: info@kriotek.ru

Приглашаем региональных дилеров

ООО «ПКЦ СпецТехСбыт» предлагает средства защиты органов дыхания и кожных покровов от аммиака

• Изолирующие противогазы ИП-4м, ИП-5, Ип-6 и регенеративные патроны к ним РП-4-01, РП-5, РП-6.

• Промышленные противогазы ППФ-95, ППФ-95м и коробки «КД».

• Гражданские противогазы ГП-7(в) с дополнительным патроном ДПГ-3.

• Костюмы изолирующие КИХ-4, КИХ-5.

• Легкие защитные костюмы Л-1.

Для защиты органов дыхания, глаз и лица от аммиака и любой другой вредной примеси в воздухе независимо от ее концентрации, а также в условиях недостатка или отсутствия кислорода можно применять изолирующие противогазы ИП-4м, ИП-5, ИП-6 в рабочем интервале температур от –40 до +40 °С. Допускаемое время работы изолирующего противогаза при использовании одного патрона составляет при легкой физической нагрузке 180 мин и при тяжелой – 30 мин.

Фильтрующие противогазы – промышленные ППФ-95м и ППФ-95 с коробками марки «КД» и гражданские ГП-7(в) с дополнительным патроном ДПГ-3 – применяются для защиты органов дыхания, лица и глаз от газа и парообразного аммиака при его содержании в воздухе до 1 % (объем) в течение времени не менее приведенного в табл. 1.

Для защиты органов дыхания от паров и газообразного аммиака при концентрации, не превышающей 10–15 ПДК (ПДК = 20 мг/м³), используют противогазовый респиратор РПГ-67 и универсальный РУ-60м в комплекте с патронами (КД). Последний одновременно защищает от вредных аэрозолей при концентрации до 100 мг/м³.

Время защитного действия респираторов при различных концентрациях аммиака дано в табл. 2.

Костюмы изолирующие КИХ-4, КИХ-5 предназначены для защиты кожных покровов от воздействия жидкого и газообразного хлора и аммиака. Время их защитного действия по газообразному аммиаку не менее 60 мин, по жидкому 2 мин. Кратность применения не менее 5. Время непрерывного выполнения работ средней тяжести в сочетании с изолирующим прибором при 25 °С составляет 20 мин.

Легкий защитный костюм Л-1 может использоваться для защиты от газо- и парообразного аммиака кожных покровов в сочетании с изолирующим или фильтрующим противогазом.

Таблица 1

Противогаз	Концентрация аммиака, мг/м³	Время защитного действия, мин.
ППФ-95 с КД	2300	240
ППФ-95м с КД	2000	100
ГП-7 (в) с ДПГ-3	5000	60

Таблица 2

Респиратор	Концентрация аммиака, мг/м³				
	40	60	80	100	200
	Время, ч				
РПГ-67	28	18	14	11	6
РУ-60м	16	11	8	7	4

**Адрес: 117574, Москва,
Новоясеневский проспект, д. 6, офис 207.
Тел.: 339-03-00, 424-03-41,
тел./факс: 424-34-77,
пейджер 330-94-94 для абонента № 58954
http:/www/snabzhenie.ru
e-mail:stsb_c@rambler.ru**