



НАУКА — КРАЕУГОЛЬНЫЙ КАМЕНЬ РАЗВИТИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

А.В. Бараненко, д.т.н., профессор, директор института холода и биотехнологий университета ИТМО, президент МАХ

В странах с развитой экономикой холодильная индустрия относится к стратегическим отраслям хозяйственной деятельности. Прежде всего, она дает высокий уровень качества жизни населения, это обеспечение продовольствием и создание комфортных условий проживания. Также ТНТ применяется в энергетике, оборонных комплексах, наукоемких производствах, здравоохранении и других отраслях.

Эра масштабного промышленного применения машинного охлаждения привела к улучшению питания населения, повышению качества жизни и, как следствие, увеличению продолжительности жизни людей и темпов роста народонаселения планеты.

В течение XIX века численность населения Земли увеличилась с 1 до 1,6 млрд человек, а в течение XX века — почти в 4 раза. По разным оценкам к 2050 г численность людей на Земле составит 9,5-11,5 млрд, что потребует дополнительных холодильных мощностей.

На сегодняшний день для ТНТ наиболее актуальны энергетическая эффективность и экологическая безопасность. По прогнозу МИХ, основанному на ряде исследований, в перспективе снижение удельного энергопотребления низкотемпературной техники может составить 30%. По последней оценке сейчас она потребляет 17% вырабатываемой в мире электроэнергии.

Снижение энергопотребления холодильными системами будет осуществляться дальнейшим совершенствованием автоматизации и регулирования, применением эффективных компрессоров и теплообменных аппаратов, а также новых хладагентов и хладоносителей, разработкой специальных экономических циклов. Эффект обеспечит также более широкое применение аккумуляторов холода и тепла, вовлечение в оборот для целей охлаждения возобновляемых источников энергии.

В повышении эффективности холодильных систем именно в автоматизации и регулировании в последнее де-



сятилетие достигнуты впечатляющие результаты. На мой взгляд, здесь еще не все резервы исчерпаны.

Для промышленных компрессорных холодильных машин в ближайшей перспективе не просматривается альтернативы. Повышение энергоэффективности объективно ведет к удорожанию машин. Поэтому будут создаваться и эксплуатироваться установки в средней зоне относительно эффективности и стоимости.

То же самое относится к теплообменным аппаратам. Системы кондиционирования — активно развивающийся инновационный сегмент инженерных систем зданий, сооружений и автономных объектов. Объем рынка климатической техники, по данным Ассоциации предприятий индустрии климата, за последние десять лет увеличился более чем в 10 раз, ежегодно рост — с темпом 12-15%. По оценке международной группы экспертов по изменению климата, при условии выполнения сценария по изменению, к 2050 г потребление энергии бытовыми кондиционерами возрастет в 13 раз по отношению к 2000 г, а к концу XXI века — в 30 раз.

Повышение энергоэффективности систем кондиционирования воздуха может быть обеспечено переходом от интегральных оценок микроклимата помещения к формированию микроклимата «по потребности» для конкретного человека, находящегося в определенной области помещения. Также одним из направлений энергоэффективного проектирования явля-

ется переход в методиках проектирования от осредненных внешних климатических параметров к реальным условиям, меняющимся в течение суток.

Масса холодильных компрессоров на единицу холодопроизводительности за 70 лет сократилась на два порядка (данные МИХ). Существующие типы компрессоров во многом исчерпали возможности повышения эффективности конструктивными решениями, по всей видимости, здесь еще есть резервы в области автоматизации и регулирования. В перспективе требуется разработка новых принципов сжатия.

Очевидно нас ждет переход к широкому применению компрессоров без смазки. Ряд компаний выпускают подобные центробежные компрессоры, также есть образцы винтовых и линейных компрессоров.

В научной литературе обсуждаются вопросы создания компрессоров изотермического сжатия, а также герметичных компрессоров без кожуха.

Разработана теория трехмерных ударных волн, которые создаются определенной геометрией колеса при высокой частоте вращения. Ударно-волновые компрессоры позволяют получить степень сжатия в одной ступени, такую же, как в нескольких ступенях центробежного компрессора. На вопрос о возможности их применения в холодильной технике ответит время.

Имеются сведения о разработке электро-химического компрессора, в котором ионы водорода сжимаются в мембране при подводе к ней напряжения.

Теплообменные аппараты

По данным МИХ теплосъем с единицы массы медных труб кожухотрубных испарителей за 40 лет увеличился почти на порядок. Этого удалось достичь интенсификацией тепломассопереноса за счет различных конструктивных решений и применения труб с меньшей толщиной стенок. Возможности дальнейшего совершенствования кожухотрубных аппаратов достаточно ограничены.

Что касается пластинчатых аппаратов, то исследователи утверждают, что интенсивность теплообмена в них может быть существенно повышена конструктивными решениями.

Большой интерес представляют миниканальные теплообменные аппараты. Чем меньше гидравлический диаметр канала, тем большую теплообменную поверхность можно сконцентрировать в единице объема. Поэтому данные теплообменники компактны и имеют небольшой вес. Применение подобных позволяет сократить заправку хладагента в систему на 20-40%. При наличии в машине миниканального испарителя заправка сократится еще больше. Применение миниканальных теплообменников в холодильной технике в перспективе будет расширяться.

Возобновляемые источники энергии

Применение тепловых насосов сокращает сейчас на 1% глобальную эмиссию диоксида углерода в атмосферу. Широкомасштабное их использование позволит увеличить сокращение выбросов до 8%. В мире продажи ТН постоянно увеличиваются. Однако Российская Федерация далека от лидеров.

Солнечная энергия

Расчеты показывают, что при достаточно высоких температурах наружного воздуха для работы АБХМ в системах КВ и для конденсации воды из воздуха требуются относительно невысокие температуры греющего источника — до 90°C в одноступенчатом цикле и 75-80°C в каскадном цикле. Такие температуры вполне достижимы при использовании для нагрева энергии солнца.

Эффективные излучения в космическом пространстве — альтернативный, возобновляемый источник энер-

гии для охлаждения. Его использование не получило пока широкого распространения

Сейчас уже созданы многослойные покрытия, которые отражают 95% солнечной теплоты. Вследствие наличия эффективного излучения теплоты, в изолированном пространстве под пластиной с таким покрытием температура понижается на 5-8°C по сравнению с температурой наружного воздуха. Поэтому охлаждающий радиационный эффект можно использовать даже при солнечном освещении.

Существуют модели расчета величины эффективного ночного охлаждения, позволяющие рассчитывать охлаждающий эффект ночного неба в любой географической точке Земли. Одна из таких моделей создана в университете ИТМО совместно с Алматинским технологическим университетом (Казахстан).

Также нами создан ряд экспериментальных стендов и опытно-промышленных установок для исследований радиаторов охлаждения и испытаний подобных систем.

Требуется разработка моделей оптимального проектирования систем охлаждения с использованием возобновляемых источников энергии, которые позволяли бы оперативно оценивать технико-экономическую целесообразность применения подобных систем, что будет способствовать их широкому распространению. Мы сейчас работаем над созданием моделей проектирования при использовании энергии солнца и ночного радиационного охлаждения. Думаю, что они будут доступны через 2-3 года.

Твердотельные охладители

По некоторым оценкам в определенной перспективе они смогут заменить компрессорные холодильные машины в бытовой и торговой холодильной технике. Это будет происходить по мере повышения эффективности твердотельных охладителей и снижения их стоимости. Рынок термоэлектрических охладителей оценивается в \$1 млрд, при их мощности 50 Вт. Если мощность конкурентоспособных охладителей возрастет до 100 Вт, то рынок термоэлектрических охладителей составит \$10 млрд. Холодильный коэффициент таких охладителей определяется безразмерной термоэлектрической добротностью.

Использование новых эффективных материалов, в том числе наноструктур, позволило увеличить добротность за 15 лет примерно на 40%, а их стоимость уменьшилась в 3-4 раза.

Приводятся сведения о том, что 50-каскадный магниткалорический охладитель обеспечивает понижение температуры на 44°C при этом его эффективность на 20-25% выше компрессорной холодильной машины. По всей видимости стоимость таких охладителей достаточно высока.

Эластокалорическое охлаждение, это в некотором смысле пока экзотика. При изгибе изделия из определенного сплава одна его сторона нагревается, а вторая охлаждается. Перепад температур может быть в районе 20°C.

Прототип такой ХМ при мощности 100 Вт весит порядка 2,5 т. Появление подобных машин, видимо, очень далекая перспектива, но исследования здесь будут продолжаться.

В Российской Федерации финансирование научных исследований в области ТНТ находится на крайне низком уровне и не носит системного характера. Нет государственных научных программ, в которых фигурировала бы холодильная индустрия. Частный бизнес, представленный в этой области преимущественно мелкими и средними предприятиями, пока не в состоянии в полной мере финансировать научные разработки. В результате у нас значительно сократилось число НПР, занятых в этой сфере. Также сократилось число защит диссертаций.

У нас нет крупных научных центров, конкурентоспособных на мировом уровне. России нужны подобные научные структуры, способные создавать передовую технику, а также крупные производители, которые могли бы выпускать технику не только для нужд страны, но и для поставок на экспорт.

Научные центры мирового уровня нужно создавать в университетах, что, помимо разработок, обеспечит высокий уровень подготовки специалистов. Финансирование должно быть многоканальным и иметь устойчивый характер.

Сейчас начинает развиваться национальная технологическая инициатива под патронажем агентства стратегических инициатив. Сообществу холодильщиков России необходимо добиться открытия в рамках данной технологической инициативы направления по технике низких температур.