

Исследования теплофизических свойств холодильных агентов в Санкт-Петербургском государственном университете низкотемпературных и пищевых технологий

Д-р техн. наук, проф., академик МАХ О. Б. ЦВЕТКОВ

Восемьдесят лет назад судьбоносным событием в развитии техники низких температур в нашей стране стало создание вуза, более знакомого старшему поколению как Ленинградский технологический институт холодильной промышленности.

Другое, но крайне важное событие также произошло в 1931 г.: производство первой сотни тонн нового холодильного агента — фреона 12. После войны фреоны захватили практически весь ареал возможного применения холода за исключением промышленных холодильных установок, где лидером остался аммиак.

Фреоны, как известно, — галогенопроизводные предельных углеводородов ряда метана, этана, пропана и бутана. Наиболее востребованными среди фреонов были хладагенты R11, R12, R22, R113, R115, R13, R13B1, R142b, R23, R152a, применявшиеся в бытовых холодильных приборах, системах кондиционирования воздуха, супермаркетах; при производстве молочных продуктов, пива, вина, хлеба; в химических технологиях, энергетике, космической технике, транспортных системах (в том числе водных), авиации, легковых автомашинах; для производства изоляции; в фармацевтике и т. д. В 1986 г. производили уже более миллиона тонн фреонов — фторированных и бромированных углеводородов.

Подобная проблема не могла остаться вне поля зрения ученых даже тогда еще очень молодого вуза. Более того, подходы к ней одним из первых обозначил член-корреспондент АН СССР, профессор А. А. Саткевич в книге «Термодинамика», изданной в 1921 г., где рассматривались свойства различных холодильных агентов (правда, в те годы еще без фреонов) и их влияние на эффективность циклов паровых холодильных машин. А. А. Саткевич был первым заведующим кафедрой холодильных машин и установок нашего вуза, из которой в дальнейшем были образованы кафедры холодильных машин и холодильных установок.

В 30-е годы после обучения на кафедре холодильных машин Галина Николаевна Данилова с отличием окончила вуз. После работы в промышленности она вернулась

в alma mater и вместе с институтом оказалась в эвакуации в г. Семипалатинске. Из г. Семипалатинска Галина Николаевна написала письмо выдающемуся советскому теплофизику, профессору Ленинградского института точной механики и оптики Г. М. Кондратьеву и по его советам, находясь в эвакуации, изготовила шаровой бикалориметр, ставший прообразом первой в СССР экспериментальной установки по исследованию теплопроводности фреонов. Защита диссертации по этой теме состоялась в 1948 г., когда Г. Н. Данилова уже работала на кафедре теоретических основ тепло- и хладотехники (ТОТХТ). Основанная в 1946 г. профессором Анатолием Георгиевичем Ткачевым кафедра взяла курс на приглашение талантливой молодежи, ставшей через десятки лет интеллектуальным ядром и наследницей традиций вуза.

Равновесными свойствами хладагентов занимались А. В. Клецкий и Е. Т. Васьков. Несколько позже для исследования теплопроводности фреонов после окончания вуза был приглашен автор этой статьи. В дальнейшем эта «нива» не скудела, и ряды теплофизиков пополнили Ю. А. Лаптев, Л. Г. Хазов, В. А. Понайотти, В. И. Гамаюнов, Н. Г. Сагайдакова, Н. С. Ершова, Т. И. Рябушева, Б. Г. Марковцев, А. Ю. Ларионова, Т. Н. Цуранова, Н. А. Полякова, С. В. Железнов, В. В. Митропов, А. И. Васильков, А. Ж. Асамбаев, Г. Л. Пятаков, Ю. С. Чилипенков, Ю. П. Михайлов, И. А. Заусаев, Н. Н. Ванин и др. Сформировались, по существу, два научных направления в области теплофизики холодильных агентов: равновесные свойства (во главе с профессором А. В. Клецким) и свойства переноса (во главе с профессором О. Б. Цветковым). Исследовали свойства традиционных фторхлорбромуглеводородов. После ратификации СССР Монреальского протокола (1987 г.) в поле зрения оказались так называемые озонобезопасные рабочие вещества и их смеси, а после принятия Киотского протокола (1997 г.) — природные хладагенты.

Изучение теплофизических свойств органически связано с фундаментальными проблемами жидкого, твердого и газообразного состояний вещества. Работы научных

школ были акцентированы на кинетических коэффициентах, равновесных свойствах, фазовых равновесиях, процессах переноса в газах и жидкостях, перекрестных эффектах, особенностях околокритических и метастабильных состояний, свойствах растворов и т. д. Результаты прецизионных измерений p – ν – T свойств, теплоемкости, коэффициентов переноса, разработки и прогнозирования теплофизических свойств хладагентов, выполненных Ю. А. Лаптевым, Н. С. Ершовой, Т. И. Рябушевой, Б. Г. Марковцевым, А. Ж. Асамбаевым, А. И. Васильковым, Ю. С. Чилипенком и другими, были положены в основу государственных стандартных справочных данных по свойствам аммиака, фреонов (22, 13B1, 115, 134a, 143a), азеотропных и зетропных смесей. Экспериментальные исследования позволили предложить схемы расчетов и модели для прогнозов равновесных и неравновесных свойств хладагентов.

Развитие исследований теплофизических свойств в вузе трудно представить без прямой поддержки наших коллег — мощного в те годы теплофизического сообщества СССР. Корифеи теплофизики (а по-другому и не сказать) М. П. Вукалович, И. И. Новиков, С. Л. Ривкин, Д. Л. Тимрот, Л. П. Филиппов, И. Ф. Голубев, В. В. Сычев, Н. В. Цедерберг, И. С. Бадилькес помогали становлению теплофизической школы. Постоянная поддержка оказывалась нашими выдающимися земляками — представителями ленинградской школы теплофизиков — Г. М. Кондратьевым, Г. Н. Дульневым, Е. С. Платуновым, Н. А. Ярышевым, А. Ф. Чудновским.

Исследования теплофизических свойств стимулировали заказы промышленности, планы и программы Госстандарта СССР, Советской комиссии по термодинамическим свойствам технически важных веществ, Комитета 86 «Охлаждение» Международной организации по стандартизации (ИСО), Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Теплофизика и теплоэнергетика», программы Министерства образования и науки РФ, гранты Евросоюза и РФФИ, Международного союза по теоретической и прикладной химии (ИЮПАК), программы Международной академии холода (МАХ) и Международного института холода (МИХ). В этой работе помогало и помогает сотрудничество нашего университета с МГУ им. М. В. Ломоносова, Московским энергетическим институтом (техническим университетом), СПбГУИТМО, СПбГПУ, Одесскими институтами холодильной и пищевой промышленности, ВНИХИ, ВНИИ-холодмашем, Азербайджанским государственным университетом, Национальной академией наук Беларуси, Мерилендским и Северо-Западными университетами (США), Национальным институтом науки и технологий (США), Ганноверским университетом (ФРГ), Институ-

том Ван-дер-Ваальса и Зеебека (Голландия), Католическим университетом Левена (Бельгия), Университетом Абердина (Англия) и др.

После прихода на кафедру физики СПбГУНиПТ известного теплофизика профессора Е. С. Платунова, данная кафедра активно подключилась к исследованиям свойств хладагентов. Совместно с Парижским университетом и Центром научных исследований в Лионе (Франция) проводились исследования фазовых переходов и критических явлений. Значительных успехов достигло возглавляемое Е. С. Платуновым научное направление кафедры физики, связанное с поиском методов построения уравнений состояния вблизи критической точки для холодильных агентов. В этих работах, начатых еще в 70-е годы прошлого века, приняли участие Д. Ю. Иванов, В. Ф. Лысенков, В. А. Рыков, М. В. Яковлева, Н. В. Годвинская, А. Ф. Костко, В. А. Павлов, С. В. Рыков, И. В. Кудрявцева.

С 1984 г. университет возглавляет рабочую группу «Свойства хладагентов и теплоносителей» Научного совета РАН. В 2009 г. представители университета вошли в состав группы экспертов ООН по свойствам хладагентов в составе Комитета по промышленному развитию.

Более четверти века университет традиционно проводит международные научно-технические конференции, посвященные исследованиям свойств холодильных агентов. Работы по теплофизическим свойствам хладагентов неоднократно номинировались на конкурсы научных работ России и не безуспешно, поскольку в 2007 г. университетом получена премия Правительства РФ в области науки и техники. Известность и авторитет научных школ университета в области теплофизики позволили Президиуму РАН поручить проведение XI Всероссийской конференции по теплофизическим свойствам веществ СПбГУНиПТ. За организацию конференции отвечала кафедра ТОТХТ университета. Конференция прошла в Санкт-Петербурге в октябре 2005 г. и получила высокую оценку теплофизиков нашей страны.

Исследования теплофизических свойств холодильных агентов активно продолжают и сегодня. С 30 ноября по 2 декабря 2010 г. в университете прошла Международная научно-техническая конференция (МНТК) «Современные методы и средства исследований теплофизических свойств веществ»; 2 февраля 2011 г. состоялась МНТК «Холод-2011. Прозкология и энергосбережение», а в ноябре 2011 г. планируется проведение МНТК «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». Все они посвящены, в том числе, и свойствам хладагентов. И это хороший повод для оптимизма на последующие 80 лет.