

УДК 621.56

# Воронежское региональное отделение МАХ: итоги и перспективы

*Академик МАХ, д-р техн. наук, проф. С.Т.АНТИПОВ,  
председатель отделения  
чл.-кор. МАХ, канд. техн. наук С.В.ШАХОВ,  
ученый секретарь отделения*



С.Т. Антипов

Воронежское региональное отделение Международной академии холода, созданное 22 мая 1995 г., считает своей главной целью объединение передовой части ученых и инженеров для координации решения проблем развития экологически безопасной холодильной и криогенной техники, низкопотенциальной энергетики, прогрессивных технологий холодильной обработки и хранения пищевых отходов.

Региональное отделение состоит из 47 членов: 10 академиков, 19 членов-корреспондентов и 18 академических советников. Среди них – 26 руководителей предприятий, 14 докторов и 9 кандидатов технических наук.

За годы своего существования совместными усилиями ученых – членов секции Воронежского регионального отделения пяти вузов России – Воронежской государственной технологической академии, Воронежского государственного аграрного университета, Воронежского государственного технического университета, Тамбовского государственного технического университета, Белгородской государственной технологической академии строительных материалов и др. – и специалистов промышленных предприятий (НПО «Уран», ЗАО «Завод холодильников «Мерлони», НПК «Энергия», КБ «Химавтоматика», комбинат мясной «Воронежский», комбинат мясной «Россошанский», комбинат мясной «Калачеевский», НПК «Хорс», ПТО АООТ «Воронежсинтезкаучук», Воронежсконсервпром, ассоциация «Воронежмасло», хладокомбинат Воронежского облпотребсоюза, АО РНП «Холод») были рассмотрены и решены прикладные задачи в области использования низкопотенциальной энергии с целью создания перспективных технологий хранения пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья.

Исследованы параметры и процессы в льдоаккумуляторах, используемых в установках охлаждения жидких пищевых продуктов (соки, молоко), разрабатываемых на основе конверсионных программ, а также термодинамики холодильной установки, работающей по циклу Стирлинга.

Проведены исследования по использованию вторичного тепла низкого потенциала в брагоректификационных установках спиртовой промышленности. Исследовано влияние низких температур на характер протекания процессов при хранении продуктов и сельскохозяйственного сырья. Разработаны схемы технологического кондиционирования воздуха для сушки пищевых продуктов.

Сделан анализ растворимости основных компонентов воздуха (азота и кислорода) в жидком водороде и предложено уравнение для расчета температурной зависимости этих компонентов в диапазоне от тройной точки до температуры кипения жидкого водорода. На промышленной установке для охлаждения жидкого водорода проведен анализ диссипативных потерь. Доказано, что замена струйного насоса и дросселя турбонасосным агрегатом позволит: сократить в 3 раза диссипативные потери, в 2 раза повысить холодильную мощность установки (за счет увеличения давления наддува в резервуаре с охлаждаемой жидкостью до 1000 кПа), сократить один из действующих резервуаров. Предложены математическая модель и метод исследования процесса образования осадка растворимой примеси при испарительном охлаждении криогенной жидкости.

Исследована физическая модель поведения сверхпроводников в сложных внешних условиях в звуковом диапазоне частот. Изучено распределение магнитного потока в сверхпроводящих опорах в статике и динамике. Созданы образцы с различной кристаллической структурой. Разработан макетный образец электромагнитного подвеса с использованием высокотемпературных сверхпроводников.

По заданию ОАО «Городской молочный завод «Бобровский» разработан проект модернизации компрессорного цеха и усовершенствована система рассольного охлаждения молока.

Предложена обобщенная модель процесса теплопередачи в проточных рекуперативных аппаратах с жидкими или газообразными теплоносителями, в которой наряду с молярной составляющей переноса теплоты течением теплоносителей учтена компонента теплопереноса под действием продольного градиента температуры на основе известных «диффузионных» представ-

лений о гидродинамической структуре потока. Кроме того, учтены тепловые эффекты, обусловленные фазовыми и химическими превращениями в теплохладоносителях, а также диссипацией энергии потока (что особенно важно для криогенной техники). При допущении постоянства теплофизических свойств теплохладоносителей обобщенная модель представляет собой систему из двух линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка с постоянными и линейными граничными условиями в форме Данквертса. Аналитическое решение этой системы обеспечивает нахождение продольных профилей температур теплохладоносителей, по которым рассчитывается полный тепловой поток через теплопередающую стенку аппарата.

Проведены исследования криогенной очистки растительных масел от высокомолекулярных микропримесей при барботировании инертного газа азота. Под вымораживанием в данном случае понимался не перевод растительного масла в твердое состояние, а процесс кристаллизации восков при понижении температуры. Ввиду того что газовые пузырьки паров азота при барботировании поднимаются вверх, образовавшаяся взвесь кристаллического воска увлекается к свободной поверхности растительного масла, образуя там мелкие агрегированные хлопьевидные кристаллы. Дальнейшее понижение температуры приводит к тому, что масло переходит в гелеобразное состояние, характеризующееся достаточной вязкостью, препятствующее обратному осаждению кристаллических восков. После этого поверхностный слой растительного масла вместе с образовавшимися кристаллами воска удаляется.

Предложен новый способ замораживания растительных продуктов, позволяющий интенсифицировать теплообмен между продуктом и холодной средой. Выявлено влияние звукового воздействия на толщину пограничного слоя у поверхности продукта и получено уравнение для определения коэффициента теплопередачи в системе продукт — холодный воздух с учетом параметров звукового поля. Экспериментально получена зависимость продолжительности замораживания ягод от интенсивности частоты звукового сигнала, а также установлено влияние звукового воздействия на структуру замораживаемого продукта. Построена математическая модель для определения закономерности движения границы фронта промерзания тела при воздействии звука. Разработана конструкция скороморозильного аппарата, позволяющая сократить продолжительность замораживания продуктов в непрерывном режиме на 20 % за счет звукового воздействия с сохранением их качества практически без дополнительных энергозатрат.

Предложена математическая модель процесса конденсации влаги из влажного воздуха в снеговую шубу при его осушении в испарителе теплонасосной сушильной установки. Решены задачи динамики образования снеговой шубы в зависимости от теплофизических параметров влажного воздуха, распределения температурных полей в ребре испарителя под снеговой шубой.

Получены аналитические решения задачи оптимального управления теплоподводом в процессах вакуумной и паровой сушки с учетом зависимости допустимой температуры нагрева и удельной теплоты испарения от влагосодержания материала.

Построена на основе уравнения кинетики сушки с изменяющейся скоростью математическая модель процесса вакуум-сублимационной сушки вспененных продуктов со ступенчатым понижением давления с учетом их теплофизических свойств.

Проведен эксергетический анализ вакуум-сублимационной сушки и разработана оригинальная сушильная установка. Предложено новое устройство ввода жидкого продукта в вакуум-сублимационную камеру с применением электроконтактного энергоподвода. Выполнены экспериментальные исследования вакуум-сублимационной сушки различных термолабильных продуктов и анализ кинетических закономерностей процесса при различных способах подвода энергии. Разработан программно-логический алгоритм автоматического управления процессом вакуум-сублимационной сушки, позволяющий рационально использовать энергоресурсы.

Проведены исследования по аэро- и гидродинамическому усовершенствованию фильтров для улавливания твердого ацетилена из жидкого кислорода в целях предотвращения образования окисилквитов и обеспечения нормальных условий эксплуатации криогенного оборудования. Разработаны рекомендации и эксплуатационные регламенты по использованию висциновых фильтров, предназначенных для особо тонкой очистки от механических примесей воздуха, поступающего в декарбонизаторы и регенераторы перед блоком разделения. При этом получены и экспериментально проверены математические модели для количественной оценки степени неравномерности распределения пылегазового потока при нетрадиционных формах рабочего сечения (кольцевое сечение, поверхность усеченного конуса) пылеуловителей, предложены оригинальная методика графоаналитического определения численного значения коэффициентов количества движения (Буссинеска) и кинетической энергии (Кориолиса) в рассматриваемом рабочем сечении и пакет прикладных программ для их расчета.

Разработана математическая модель процесса варки

пивного сула в комбинированном аппарате циклического действия, инженерное решение которой позволяет определять время обработки неподвижного слоя в процессе затирания и фильтрования. Решена задача идентификации стационарного двумерного поля скоростей при фильтровании вязкой несжимаемой жидкости через пористое тело. Создана методика определения коэффициентов массоотдачи при экстрагировании в плотном слое. Для реализации совмещенного способа варки пивного сула разработаны конструкции комбинированных аппаратов циклического действия и схема автоматического управления процессом приготовления пивного сула.

Большую роль Воронежское региональное отделение МАХ играет в сфере образования в Центрально-Черноземном регионе. Этому способствуют проводимые им семинары по наиболее актуальным проблемам, таким, как ресурсосберегающие технологии на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности, охрана окружающей среды и многим другим. Семинары состоялись в 1996, 1998 и в 2000 гг. В 2002 г. для работников Нововоронежской атомной электростанции в течение двух месяцев проводился семинар по проблемам кондиционирования воздуха на промышленных предприятиях.

При активном участии Воронежского регионального отделения МАХ в Воронежской государственной технологической академии начато обучение на кафедре «Машины и аппараты пищевых производств» по специальности «Техника и физика низких температур», а в Международном институте прогрессивных технологий и повышения квалификации на кафедре «Холодильная техника и технология» – по специальности «Техника и технология холодильной обработки пищевых продуктов». Так, в Международном институте прогрессивных технологий и повышения квалификации было осуществлено два выпуска слушателей, которым вместе с государственным дипломом выдавалась рекомендация и обеспечивалось содействие по трудоустройству.

Дополнительное образование по данной специальности повышает рейтинг выпускников не только при поиске работы, но и при конкурсном отборе на высокооплачиваемую и престижную работу.

Результаты работы секций Воронежского регионального отделения опубликованы в журналах «Вестник Международной академии холода», «Холодильная техника», «Холодильный бизнес», «Пищевая промышленность», «Хранение и переработка сельхозсырья», «Химическое нефтегазовое машиностроение» и др., а также в материалах международных конференций.

В рамках реализации научно-технической политики в области здорового питания в будущем предстоит разра-

ботать научные основы:

технологии быстрозамороженных готовых блюд, плодовоовощных и мясорастительных наборов полуфабрикатов, позволяющих обеспечить население биологически полноценными продуктами длительного хранения для различных возрастных групп населения;

технологии лечебно-профилактических и диетических видов мороженого, десертов и других сладких взбитых продуктов;

оптимального управления многотемпературными холодильными установками предприятий;

экологически безопасных ресурсосберегающих систем холодоснабжения для небольших предприятий;

создания эффективного оборудования по поддержанию устойчивых холодильно-влажностных режимов хранения плодовоовощной продукции с максимальным сохранением ее качества;

создания холодильных камер и оборудования для реализации интенсивных энергосберегающих холодильных технологий;

высокоэффективных холодильно-технологических систем охлаждения, замораживания и размораживания пищевых продуктов для реализации сберегающих холодильных технологий;

холодильной технологии для консервирования мясных и молочных продуктов с использованием физических и биотехнологических методов;

создания оборудования для новых специализированных транспортных средств.

Реализация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполненных в рамках вышеуказанных проектов, даст возможность:

рационально использовать сырьевые ресурсы, повысить качество быстрозамороженной продукции и уменьшить ее потери при хранении;

разработать принципиально новые продукты, технологические процессы по производству насыщенных воздухом охлажденных и замороженных десертов, смесей для домашнего мороженого, мороженого с растительными жирами;

снизить на 15...20 % затраты электроэнергии на выработку холода, обеспечить отечественные предприятия экологически безопасными системами холодоснабжения;

использовать нетрадиционные, в том числе возобновляемые, источники энергии для выработки искусственного холода;

создать передвижные автономные модульные технические средства для холодильной обработки дикорастущей и культивируемой плодово-ягодной и овощной продукции.