

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
АКАДЕМІЯ НАУК СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

V Міжнародна науково-технічна конференція

8–10 жовтня 2014 р.

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова,
просп. Героїв Сталінграда, 9*

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Миколаїв
НУК, 2014

УДК [621.565:664.045.5]:66.012-52

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВЫМИ АБСОРБЦИОННЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ

Авторы: Титлова О.А., Титлов А.С., Холодков А.О.

Использование искусственного холода является приоритетным способом длительного хранения пищевых продуктов. При стабильных температурных режимах он позволяет сохранить их первоначальные свойства без существенных изменений. Основными источниками искусственного холода являются компрессионные и абсорбционные холодильные приборы (КХП и АХП). Основным преимуществом КХП, которое обусловило их широкое распространение, является более высокая энергетическая эффективность. Системы автоматического управления (САУ), как КХП, так и АХП, обеспечивают только стабилизацию температур в охлаждаемых камерах. При этом они традиционно реализуют простейшие позиционные алгоритмы. Для КХП это сводится к периодическим включениям и отключениям компрессора, а для АХП – периодическому подводу тепловой мощности к генераторному узлу. Такие алгоритмы управления обуславливают значительные амплитуды колебаний температур в охлаждаемых камерах и смещение среднего значения этих колебаний относительно заданных значений. В конечном итоге это приводит к снижению качества хранящихся продуктов.

В АХП, реализация таких САУ предопределяет, еще на этапе их проектирования, установку в генераторном узле нагревателя существенно ограниченной мощности. Это связано с тем, что при относительно продолжительных его включениях на полную мощность, дефлегматор АХП может не обеспечить полную очистку пара аммиака от воды. Вода, попадая в конденсатор, резко снижает энергетическую эффективность АХП. Важно отметить, что такое снижение мощности нагревателя не гарантирует полной очистки аммиака во всех режимах работы АХП, особенно, в переходных, в том числе – пусковых. При этом время переходных процессов, достаточно большое, из-за ограничения мощности увеличивается еще больше. Это является еще одним фактором ухудшения условий хранения продуктов.

Проведенный анализ показывает, что для эффективного управления процессом производства искусственного холода в АХП необходимо сформулировать общую концепцию управления, которое может обеспечить повышение энергетической эффективности и улучшение условий хранения пищевых продуктов за счет поддержания стабильных температурных режимов и сокращения времени переходных процессов. Показано, что АХП относятся к классу статических объектов с высокой тепловой инерционностью и имеют нелинейность по каналу «подводимая к генераторному узлу тепловая мощность – температура в охлаждаемой камере». Особенность управления двухкамерных и однокамерных с низкотемпературным отделением (НТО) АХП состоит в том, что контролю подлежит только температура в холодильной камере (ХК).

Сформулированы задачи управления процессом производства искусственного холода в АХП. Главная задача управления АХП заключается в повышении динамической точности стабилизации регулируемой температуры в ХК на ее заданном значении для обеспечения оптимальных условий хранения пищевых продуктов. Вторая, но не второстепенная, – в повышении энергетической эффективности АХП, которая может быть решена, в частности, за счет оптимизации тепловых режимов работы подъемного участка дефлегматора. Решение вышеуказанных задач не должно приводить к нарушениям работы основных элементов АХП.

Цель исследования – повысить энергетическую эффективность процесса производства искусственного холода и улучшить условия хранения пищевых продуктов в АХП за счет совершенствования их систем автоматического управления.

Рассмотрена концептуальная модель АХП как ОУ (рис. 1). В соответствии с ней АХП рассматривается как объект с: входными параметрами (управляющими воздействиями) – подводимой к генератору тепловой мощностью $P(u_1)$ и интенсивностью отвода тепла от поверхности дефлегматора (u_2); выходными параметрами – температурой на поверхности нагревателя θ_n и в ХК $\theta_{хк}$, уровнем ПЖФ на подъемном участке дефлегматора h_ϕ ; контролируемыми возмущениями – температурой воздуха окружающей среды θ_{oc} и напряжением сети переменного тока $u_{сет}$; неконтролируемыми возмущениями – характеристиками продукта и степени загрузки охлаждаемых камер W , конструкционными ψ_k и эксплуатационными $\psi_{экс}$ особенностями.

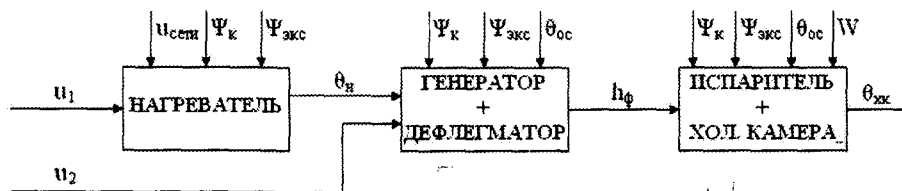


Рис. 1. Структурная схема концептуальной модели АХП как ОУ

Анализ концептуальной модели АХП как ОУ позволил сформулировать и формализовать концепцию построения многоконтурной САУ АХП с коммутируемой структурой, целью которой является увеличение их энергетической эффективности (без ограничений сложности реализации). Такая САУ имеет два канала управления: 1) традиционный, управляющее воздействие – изменение тепловой мощности, подводимой к генератору АХА; 2) новый, управляющее воздействие – изменение интенсивности отвода тепла от поверхности подъемного участка дефлегматора в окружающую среду. За счет работы этих каналов САУ позволяет стабилизировать уровень ПЖФ h_ϕ на его заданном значении и ограничить температуру на поверхности нагревателя θ_n в пусковых режимах работы АХП. Выбор канала управления

осуществляется автоматически в зависимости от текущей ситуации, в частности, от колебаний интенсивности подвода тепловой мощности к генератору и температуры воздуха окружающей среды.

Предварительные исследования показали, что ПЖФ не имеет четкой границы и распределен в дефлегматоре на участке длиной до 50 см. Поэтому в дальнейших исследованиях завершение очистки аммиака контролируется по верхней границе ПЖФ, т.е. при достижении температурой в контрольной точке на поверхности дефлегматора значения 45...50 °С.

Разработаны и реализованы семь вариантов структур САУ АХП: одноконтурная позиционная САУ с идеальным двухпозиционным регулятором (реле) без гистерезиса с позициями управления 0 и 110 Вт, 0 и 220 Вт; одноконтурная позиционная САУ с реальным двухпозиционным регулятором (реле) с гистерезисом ± 2 °С, с позициями управления 0 и 110 Вт, 0 и 220 Вт; одноконтурная линейная САУ с ПИД-регулятором; одноконтурная САУ с двухпозиционным ПИД-регулятором и вибрационной линеаризацией релейного элемента; каскадная двухконтурная САУ АХП с вспомогательной САУ температуры на выходе из термосифона; каскадная двухконтурная САУ АХП с вспомогательной САУ температуры на выходе из подъемного участка дефлегматора; каскадная трехконтурная САУ АХП с вспомогательными САУ температуры на выходе из термосифона и температуры на выходе из подъемного участка дефлегматора.

Выводы

1. Разработана концептуальная модель АХП как ОУ и на ее основе, в рамках общей концепции управления, предложена структура САУ, которая реализует два управляющих воздействия – изменение величины подводимой к генераторному узлу АХП тепловой мощности и интенсивности отвода тепла от внешней поверхности подъемного участка дефлегматора в окружающую среду. Такая САУ позволяет минимизировать потери тепловой энергии за счет управления процессом очистки аммиака на подъемном участке дефлегматора и потерь тепла с этого участка в окружающую среду, а также повысить статическую и динамическую точность управления температурными режимами в охлаждаемых камерах АХП.

2. Для реализации энергосберегающих режимов в аппаратах с АХА целесообразно использовать специальную систему автоматического управления, где в качестве регулятора и системы сбора и обработки информации использован микропроцессорный контроллер (микроконтроллер).