



Хобин, В. А. Энергоэффективное управление абсорбционными холодильниками [Текст] : монография / Хобин Виктор Андреевич, Титлова Ольга Александровна. - Одесса; Херсон : Гринь Д.С., 2014. - 216 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 154-170. - ISBN 978-617-7123-91-9.

Монография посвящена совершенствованию систем автоматического управления (САУ) абсорбционных холодильников (АХ) в направлении улучшения условий хранения продуктов и повышения энергетической эффективности. В работе отражены результаты теоретических и экспериментальных исследований свойств АХ как объекта управления, представляющие самостоятельный интерес. Экспериментальные исследования проведены в автоматическом режиме с помощью специально разработанного программно-технического комплекса, позволяющего проводить эксперименты продолжительностью в несколько суток. Предложенные авторами варианты структур и алгоритмов для САУ АХ, в частности многоконтурная САУ с переменной коммутируемой структурой, используют дополнительную информацию о температуре на подъемном участке дефлегматора, которая позволяет судить об эффективности ведения процесса. Большинство из них испытаны на реальном объекте и подтвердили свою эффективность.

Книга представляет интерес для научных работников и инженеров, занимающихся исследованиями и разработкой САУ технологическими процессами, может быть полезна аспирантам и студентам старших курсов соответствующих специальностей.

ВВЕДЕНИЕ

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.

Вместе с тем, АХП имеют ряд преимуществ: а) их рабочее тело состоит из легкодоступных природных компонентов; б) бесшумность, высокие надежность и ресурс работы; в) возможность использования источников тепловой энергии различной физической природы; г) возможность работы с низкокачественными источниками электрической энергии постоянного и переменного тока с колебаниями напряжения сети до $\pm 40\%$; д) минимальная среди аналогов стоимость производства.

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 (автоколебаний) температур в охлаждаемых камерах и смещение среднего значения этих колебаний относительно их заданных значений. Это приводит к снижению качества хранящихся в них продуктов.

В АХП реализация таких САУ предусматривает, еще на этапе их проектирования, существенное ограничение мощности нагревателя генераторного узла. Величина этого ограничения определяется возможностями дефлегматора практически полностью очищать пар аммиака от паров воды, в том числе — при длительных включениях нагревателя на полную мощность, т.к. вода, попадая в конденсатор и, далее, в испаритель, резко снижает энергетическую эффективность АХП. Важно отметить, что даже такое целенаправленное ограничение мощности нагревателя не гарантирует полного очищения аммиака во всех возможных режимах работы АХП, прежде всего — в переходных, и особенно - в пусковых. Кроме того, ограничение мощности нагревателя имеет негативные последствия. Оно существенно увеличивает время переходных процессов в АХП, что является еще одним фактором, ухудшающим условия хранения продуктов.

Таким образом, потребности практики на повышение энергетической эффективности работы АХП и улучшение условий хранения в них продуктов с одной стороны, и существующим уровнем состояния науки и техники в этой области с другой стороны. В качестве пути решения данного противоречия выбрано целенаправленное совершенствование САУ АХП. Такой путь является практически безальтернативным, так как традиционные пути повышения энергетической эффективности, например, за счет совершенствования конструкции АХП, улучшения теплоизоляции и т.д., лишь несколько смягчают указанное противоречие, не разрешая его. Это и обуславливает актуальность работы.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННОГО ХОЛОДА В АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРАХ И ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	6
1.1. Производство искусственного холода, как важный фактор обеспечения продовольственной безопасности.....	6
1.2. Физические процессы, машины и аппараты для производства искусственного холода.....	8
1.3. Абсорбционные холодильные приборы.....	9
1.3.1. Общая характеристика абсорбционных холодильных приборов.....	9
1.3.2. Анализ производства и тенденций развития бытовых абсорбционных холодильных приборов.....	10
1.3.3. Анализ процессов, протекающих в АХА при производстве искусственного холода, переменные, характеризующие эти процессы.....	12
1.4. Основные направления решения задачи повышения энергетической эффективности бытовых АХП.....	15
1.4.1. Анализ технических решений по повышению энергетической эффективности АХП, связанных с изменением конструкции.....	16
1.4.2. Анализ технических решений по повышению энергетической эффективности АХП, связанных с совершенствованием режимов работы и способов управления.....	19
1.4.3. Анализ технических решений по повышению энергетической эффективности АХП, связанных с совершенствованием систем автоматического управления.....	23
РАЗДЕЛ 2. КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННОГО ХОЛОДА В АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРАХ.....	27
2.1. Цель и проблемы эффективного управления, актуальность задачи и направления совершенствования САУ АХП.....	27
2.1.1. Особенности процесса производства холода в АХП как объекта управления и задачи управления процессом.....	27
2.1.2. Актуальность задачи и направления совершенствования САУ АХП.....	29
2.2. Концептуальная модель АХП как объекта управления.....	31
2.2.1. Описание концептуальной модели АХП.....	31
2.2.2. Анализ концептуальной модели АХП.....	31

2.3.	Концепция построения САУ АХП.....	37
2.3.1.	Перспективная функциональная организация САУ АХП.....	37
2.3.2.	Варианты структур САУ АХП.....	39

**РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В
АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРАХ.....**

3.1.	Задачи, функции и программно-техническая структура АРМ.....	42
3.1.1.	Основные задачи исследований, решаемые в рамках АРМ и его функции.....	42
3.1.2.	Программно-техническое обеспечение АРМ и его интерфейсы.....	43
3.2.	Метрологические проблемы косвенного измерения температуры ПЖС на подъемном участке дефлегматора АХА.....	46
3.2.1.	Причины, обуславливающие невозможность прямого измерения температуры ПЖС на подъемном участке дефлегматора АХА... ..	46
3.2.2.	Источники погрешностей и пути их снижения при определении температуры ПЖС на подъемном участке дефлегматора АХА по результатам измерений температуры его поверхности.....	46
3.2.3.	Математическая модель дефлегматора, как объекта с распределенными параметрами.....	47
3.2.4.	Компьютерные эксперименты с моделью для оценки погрешностей косвенных измерений.....	54
3.2.5.	Снижение погрешности измерений за счет применения модели дефлегматора в канале измерения.....	59
3.2.6.	Исследование работы БРТ ПЖС.....	63
3.2.7.	Совершенствование БРТ ПЖС.....	73
3.3.	Программно-техническое обеспечение многоканального измерения температуры и тока нагревателя.....	78
3.3.1.	Разработка платы для нормирования многоканальных измерений и калибровка каналов.....	78
3.3.2.	Разработка и сравнительный анализ методик линеаризации каналов измерения.....	88
3.3.3.	Программная реализация каналов ввода аналоговых сигналов в компьютер АРМ, их линеаризация, фильтрация и архивация.....	93
3.4.	Реализация канала вывода управляющего воздействия и его тестирование.....	93

**РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ
РАБОТЫ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
И ВАРИАНТОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО
УПРАВЛЕНИЯ ИМИ.....**

4.1.	Исследование геометрии ПЖФ, статических и переходных тепловых режимов работы дефлегматора АХА.....	100
4.1.1.	Выявление качественных особенностей геометрии ПЖФ.....	100

4.1.2. Статические (квазистатические) тепловые режимы работы АХА и обоснование их оптимальных диапазонов.....	100
4.1.3. Переходные тепловые режимы в дефлегматоре АХА.....	109
4.1.4. Идентификация моделей динамики каналов управления АХП...	121
4.2. Сравнительные исследования работы различных вариантов структур САУ режимами работы АХП.....	124
4.2.1. Позиционные (простейшие) САУ АХП.....	124
4.2.2. Непрерывные и квазинепрерывные САУ АХП.....	130
4.2.3. Каскадные САУ АХП.....	137
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	154
<i>Приложение А.</i> Окна стратегии АРМ исследователя тепловых процессов в абсорбционном холодильном приборе в SCADA-системе DAQVIEW.....	171
<i>Приложение Б.</i> Внешние виды основных элементов АРМ исследователя тепловых процессов в АХП.....	179
<i>Приложение В.</i> Код программы для реализации в SCADA-системе DAQView рабочей стратегии АРМ исследователя тепловых процессов в АХП.....	185
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	211