

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

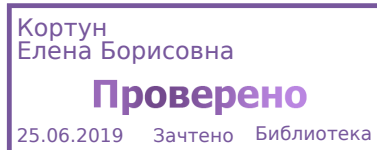
На правах рукописи

Соколова Вера Сергеевна

**Исследование процесса управления микроклиматом
с помощью абсорбционной установки
при производстве изделий авиационной техники**

Направление подготовки
27.04.04 - «Управление в технических системах»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**



2019

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Зайченко Илья Владимирович

Рецензент: кандидат физико-математических наук,
исполняющий обязанности заведующего
кафедрой "информационной безопасности,
информационных систем и физики"
Анисимов Антон Николаевич
ФГБОУ ВО «АмГПУ»

Защита состоится « 20 » июня 2019 г. в 10 час. 00 мин. на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г.Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 207/3.

Автореферат разослан 7 июня 2019 г.

Секретарь ГЭК

В.П. Егорова

Общая характеристика работы

Авиастроительные предприятия, осуществляющие полный цикл создания авиационной техники, представляют собой высокотехнологичное, сложное и капиталоемкое производство. Производство включает в себя организацию и реализацию большого количества технологических процессов: от изготовления мелких деталей до испытаний готового летательного аппарата. Каждый процесс основан на определенной технологии, которая в свою очередь определяется жесткими требованиями, правилами, стандартами, от которых напрямую зависит работоспособность и надежность готового изделия.

Авиастроительное предприятие должно обеспечить эффективное, высокотехнологичное, а также безопасное производство. Большую роль в этом обеспечении играет соблюдение всех стандартов и технологических режимов. В настоящей работе в понятие технологический режим входят все те условия, которые обеспечивают технологический процесс. Это регламенты рабочего времени, взрывопожарная и пожарная безопасность, требования к производственным помещениям по температуре, влажности, скорости движения воздуха, чистоте, уровню шума и вибрации, энергоснабжение и др.

На протяжении последних лет автоматизации подвергаются почти все производственные процессы. В большей степени это касается обеспечивающих производство процессов. Это связано, с одной стороны, с жесткими требованиями к показателям определенных параметров обеспечения той или иной технологии, а с другой, с достаточно сложной системой организации обеспечивающих процессов. Целью автоматизации в данном случае, является, прежде всего, повышение безопасности, увеличение эффективности технологического процесса, повышение качества готовой продукции, а также снижение издержек.

Увеличить эффект от автоматизации какого-либо обеспечивающего процесса возможно путем внедрения новой технологии. Рассматривая, например, процесс обеспечения необходимых температурно-влажностных показателей в производственном цеху, следует обращать внимание на решения, которые, в совокупности с системой управления данным процессом позволят достичь наибольших показателей эффективности при конкретном технологическом процессе. Наиболее эффективными и экономичными решениями для управления температурно-влажностными показателями на производстве являются абсорбционные холодильные машины. Поэтому в данной работе рассматривается вопрос управления микроклиматом с помощью абсорбционной установки.

Настоящая работа посвящена исследованию процесса управления микроклиматом производственного помещения авиастроительного предприятия, а также вопросам разработки абсорбционной установки и системы управления микроклиматом при производстве изделий авиационной техники.

Целью настоящей работы является проведение исследования процесса управления микроклиматом с помощью абсорбционной установки при производстве изделий авиационной техники

В соответствии с целью ставятся следующие задачи исследования:

1. Провести анализ технологического процесса обеспечения микроклимата в цехах авиационного производства
2. Провести расчет параметров рабочего цикла абсорбционной системы.
3. Разработать математическую модель абсорбционной установки
4. Разработать экспериментальную установку и провести натурные исследования абсорбционного цикла
5. Сформулировать концепцию системы управления микроклиматом на основе абсорбционной установки

6. Разработать структурную схему системы управления микроклиматом производственного помещения

7. Осуществить подбор аппаратных модулей для реализации системы управления микроклиматом.

Научная новизна работы:

1. Обоснование выбора технологий и методов реализации процесса управления микроклиматом, с учетом влияния специфики технологического процесса при производстве изделий авиационной техники.

2. Разработка системы управления микроклиматом на основе абсорбционной установки.

Практическая значимость работы заключается в разработке научно обоснованных рекомендаций по организации процесса управления микроклиматом: выбор оборудования и технологий системы управления на определенном участке производства изделий авиационной техники.

Методы исследования: в работе применялся комплексный подход к решению поставленных задач включающий термодинамический и системный анализ, имитационное и математическое моделирование процессов, реализуемое в современных программных продуктах.

Степень достоверности и апробации работы. Основные выводы и положения, сформулированные в процессе работы над диссертацией, нашли подтверждение в ходе теоретических и экспериментальных исследований. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» КнАГУ, г. Комсомольск-на-Амуре (2019 г.). А также результаты работы были представлены на XXI Краевом конкурсе молодых ученых и аспирантов в ТОГУ, г. Хабаровск (2019 г.).

Реализация результата работы. Результаты, полученные в ходе исследования, могут применяться в качестве исходных данных при разработке технического задания на создание системы управления микроклиматом производственного помещения с помощью абсорбционной установки.

Личный вклад автора состоит в изучении и сборе научно-технической информации по тематике диссертации, разработке и обоснования технических решений, разработке экспериментальной установки и проведении испытаний, обработка результатов экспериментов, подготовка публикаций по выполненной работе

Публикации. Результаты диссертационного исследования опубликованы в девяти научных изданиях, индексируемых базой РИНЦ, а также в издании Scopus.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 32 наименований. Работа представлена на 85 страницах, содержит 33 рисунков и 25 таблиц и 2 приложения.

Содержание работы

Во введении сформулирована и обоснована актуальность темы исследования, обозначена цель работы и задачи для её достижения, изложена новизна и практическая значимость результатов исследования.

В первой главе проведен литературный обзор и анализ проблем управления микроклиматом на производстве.

Вторая глава посвящена теоретическим вопросам проектирования системы управления с помощью абсорбционной установки: описаны основные принципы работы абсорбционной установки, проведены расчеты связанные с рабочим циклом установки, разработана концепция системы управления.

В третьей главе проведены экспериментальные исследования абсорбционной установки: разработана экспериментальная установка, исследован рассчитанный абсорбционный цикл и проверена математическая модель, проведен анализ результатов экспериментального исследования, проведено тепловизионное обследование и доработана экспериментальная установка. Предложена аппаратная реализация системы управления: выбран программно-вычислительный модуль системы управления, выбрано устройство коммутации, произведен подбор измерительных устройств системы управления, разработана структурная схема системы управления.

В четвертой главе содержится технико-экономическое обоснование проекта по разработке системы управления микроклиматом с помощью абсорбционной установки в цехах авиастроительного предприятия, в которое входит прогнозирование перспектив развития и совершенствования технологического процесса, конкурентный анализ, расчет интегрального критерия качества, расчет экономической эффективности, расчет эксплуатационных расходов, а также расчет количества и стоимости элементов системы управления, реализация автоматизированного расчета технико-экономических показателей и разработка плана мероприятий по внедрению системы управления.

Результаты и выводы по работе

1. Анализ проблем управления микроклиматом производственного помещения, обзор существующих решений и классификация производственных процессов в авиастроении, привели к тому, что поддержание микроклимата при производстве изделий авиационной техники наиболее эффективно и экономично реализовать с помощью локальных абсорбционных систем, с алгоритмом управления, использующим ситуационную модель. Каждый технологический процесс на производственном предприятии обладает определенной спецификой,

следовательно, система управления микроклиматом должна разрабатываться с учетом этой специфики и особенностей;

2. Произведен расчет параметров рабочего цикла абсорбционного блока установки, который позволит провести теплотехнический и конструктивный расчет абсорбционной системы, с учётом ориентации локальных решений на схему работы без градирни открытого типа или с использованием охлаждающей системы воздушной конвекции, применяя в качестве тепловой энергии природный газ;

3. С целью теоретического обоснования и экспериментального подтверждения перспективности создания абсорбционной системы малой мощности была разработана обобщенная модель абсорбционной установки и определены её основные параметры.

Модель описывает динамику процессов, протекающих в элементах АБХМ, реализующей одноступенчатый холодильный цикл. Обобщенная модель абсорбционной установки, полученная на основе моделей аппаратов, имеет вид:

$$\begin{aligned} \Delta t_{ox2}(p) = & W_1(p) \cdot \Delta t_{II,1}(p) - W_2(p) \cdot \Delta t_{oc1}(p) + W_3(p) \cdot \Delta t_{ox1}(p) + \\ & + W_4(p) \cdot \Delta t_x(p) + W_5(p) \cdot \Delta t_{KP}(p) + W_6(p) \cdot \Delta G_{II}(p) - \\ & - W_7(p) \cdot \Delta G_{oc}(p) - W_8(p) \cdot \Delta G_{ox}(p) + W_9(p) \cdot \Delta G_x(p) + W_{10}(p) \cdot \Delta G_{CP}(p) - \\ & - W_{11}(p) \cdot \Delta G_{KP}(p) + W_{12}(p) \cdot \Delta G_{III}(p) + W_{13}(p) \cdot \Delta G_{II}(p) \end{aligned} ;$$

4. Разработана концепция системы управления микроклиматом с помощью абсорбционной установки, которая является видением, как данная система управления будет работать в общем виде, над какими параметрами микроклимата будет осуществляться контроль.

5. Разработана экспериментальная установка абсорбционного блока системы, для проведения экспериментальных исследований. Проведено экспериментальное исследование абсорбционного цикла, в результате которого при дросселировании воздушного потока с разностью давлений в 1

атмосфер температурный перепад охлаждаемого воздуха увеличился на 25% (с 8 до 10 °С);

6. Проведен анализ результатов экспериментального исследования абсорбционного цикла, который выявил что наибольшее значение теплового коэффициента преобразования (КОП) было достигнуто при температуре окружающей среды 15°С, при этом тепловой коэффициент достиг 0,8. Мощность экспериментальной установки по холоду при охлаждении воздушного потока составила 68 Вт;

7. Осуществлены доработки экспериментальной установки, в результате холодопроизводительность установки повысилась на 3.9 % и составила 70.7 Вт.

8. Были выбраны измерительные устройства и датчики для системы управления микроклиматом на основе абсорбционной установки: в качестве датчика измерителя параметров воздуха - датчик температуры и влажности типа P18D производителя LUMEL, в качестве анализатора воздуха - «газоанализатор стационарный ЭГС» производства ЗАО НП «Электростандарт», для контроля за газом - система «газ-контроль» GL-100A от производителей Sapsan.

9. Расчеты, произведенные с целью технико-экономического обоснования, указали на экономическую целесообразность разработки системы управления микроклиматом на основе абсорбционной установки. Например, в ходе экономического расчета затраты на электроэнергию, потребляемую абсорбционной установкой, оказались ниже, чем у компрессорной системы. Учитывая это, можно сделать вывод о том, что промышленный компрессорный кондиционер абсорбционной установкой, экономия составляет 31 335,4 руб. в год, за счет использования в качестве основного источника энергии природный газ.

Основные положения магистерской диссертации опубликованы в работах:

1. Соколова, В. С. Применение и проблемы распространения абсорбционных холодильных машин / В. С. Соколова, И. В. Зайченко // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы международной научно-практической конференции, г. Комсомольск-на-Амуре, 29-30 сентября 2017 г. / редкол.: С.В. Белых (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2017. – С 135-137.

2. Соколова, В. С. Тенденции развития рынков производства и потребления природного газа / В. С. Соколова, И. В. Зайченко // Современные междисциплинарные исследования: история, настоящее, будущее: сборник материалов международной научно-практической конференции, г. Кемерово, 25 октября 2017 г. / ред: А.А Коротких. - Кемерово: Центр научного развития «Большая книга», 2017. – С 94-97.

3. Соколова, В. С. К вопросу оценки динамических свойств абсорбционной системы при ступенчатых изменениях входных параметров / В. С. Соколова, И. В. Зайченко // научно-техническое творчество студентов и аспирантов: материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, г. Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018 г. / в 2 ч. / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.) [и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – Ч.1 - С 451-454.

4. Соколова В. С. Принцип работы и особенности функционирования абсорбционной системы для обеспечения микроклимата бытовых, производственных и офисных помещений // Молодой ученый. — 2018. — №46.1. — С. 76-79. — URL <https://moluch.ru/archive/232/54008/> (дата обращения: 16.06.2019).

5. Соколова, В. С. Экологический аспект кондиционирования промышленных объектов / В. С. Соколова, И. В. Зайченко // Дальневосточная весна – 2018: Сборник материалов 16-й международной научно-

практической конференции по проблемам экологии и безопасности, г. Комсомольск-на-Амуре, 27 апреля 2018 г. / редкол. : И. П. Степанова (отв. ред.), Г. Е. Никифорова (зам. отв. ред.). – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – С 134-136 .

6. Соколова, В. С. Перспективы использования абсорбционных холодильных машин в системах кондиционирования бытовых, производственных и офисных помещений / В. С. Соколова, И. В. Зайченко // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению материалы международной научно-практической конференции, г. Комсомольск-на-Амуре, 5-6 сентября 2018 г. / редкол.: С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – С 169-173.

7. Соколова, В. С. Анализ требований к микроклимату при производстве изделий авиационной техники и перспективы использования абсорбционной установки для управления микроклиматом / В. С. Соколова, И. В. Зайченко // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство: сборник научных статей второй международной научной конференции. 30 марта 2019 г. - Казань: ООО «Конверт», - 2019. – С 130-133.

8. Соколова, В. С. Особенности управления микроклиматом при производстве изделий авиационной техники / В. С. Соколова, И. В. Зайченко // «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований»: материалы II всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 8-12 апреля 2019 г. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2019, - С

9. Гринкруг, М. С. Использование абсорбционных холодильных машин для производства холода в современных условиях / М. С. Гринкруг, И. В. Зайченко, В. С. Соколова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. - № 6 (84) С. 132-140. doi:

10. F. Burkov, A & V. Zavchenko, I & S. Sokolova, V. (2018).
Determination of Parameters of the Gas Absorption System with Air Cooling for
Conditioning of Industrial Premise. 1-5. 10.11.09/FarEastCon.2018.8602551.