

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1 Теоретическая часть.....	7
1.1 Классификация систем кондиционирования .....	7
1.2 Состав системы кондиционирования воздуха .....	7
1.3 Рециркуляционная (замкнутая) СКВ .....	7
2 Практическая часть .....	11
2.1 Ознакомление с основными компонентами .....	11
2.2 Расчетная часть: определение передаточной функции САР уровня .....	22
3 Охрана труда и техника безопасности .....	26
Заключение .....	30
Список использованных источников .....	31

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		3

## ВВЕДЕНИЕ

Под автоматизацией понимается осуществление производственных процессов без непосредственного участия человека.

Автоматизация управления производственными процессами может быть частичной, если автоматизированы только отдельные операции, отдельные машины и агрегаты, участвующие в производственном процессе. Основным вопросом, рассматриваемым в этом случае, является задача автоматического регулирования производственным процессом.

Более высокой степенью автоматизации является комплексная автоматизация. При этом виде автоматизации технологическими процессами участок, цех, завод выполняют свои функции без непосредственного участия человека в процессе управления ими. При комплексной автоматизации производства автоматами выполняются как простые, так и сложные функции управления, связанные с непроходимостью принятия тех или иных самостоятельных решений.

Кроме двух ранее перечисленных видов автоматизации существует еще и третий - полная автоматизация.

Автоматическим регулированием называется поддержание постоянства или изменение по какому-либо заданному закону величины, характеризующей производственный процесс, осуществляемое путем изменения состояния объекта регулирования или действующих на него возмущений и действия на регулирующий орган объекта.

Современная теория автоматического регулирования является основной частью теории управления. Система автоматического регулирования состоит из регулируемого объекта и элементов управления, которые воздействуют на объект при изменении одной или нескольких регулируемых переменных. Под влиянием входных сигналов (управления или возмущения), изменяются регулируемые переменные. Цель же регулирования заключается в формировании таких законов, при которых выходные регулируемые переменные мало отличались бы от требуемых значений. Решение данной задачи во многих случаях осложняется наличием случайных возмущений (помех). При этом необходимо выбирать такой закон регулирования, при котором сигналы управления проходили бы через систему с малыми искажениями, а сигналы шума практически не пропускались.

Теория автоматического регулирования прошла значительный путь своего развития. На начальном этапе были созданы методы анализа устойчивости, качества и точности регулирования непрерывных линейных систем. Затем получили развитие методы анализа дискретных и дискретно-непрерывных систем. Можно отметить, что способы расчета непрерывных систем базируются на частотных методах, а расчета дискретных и дискретно-непрерывных - на методах z-преобразования.

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		3

Развитие теории автоматического регулирования на основе уравнений состояния и z-преобразований, принципа максимума и метода динамического программирования совершенствует методику проектирования систем регулирования и позволяет создавать высокоэффективные автоматические системы для самых различных отраслей народного хозяйства. Полученные таким образом системы автоматического регулирования обеспечивают высокое качество выпускаемой продукции, снижают ее себестоимость и увеличивают производительность труда.

Технологический процесс - это процесс, в результате которого из сырья или материалов получают продукт или изделие с наперед заданными свойствами, определяемыми нормативной документацией.

Автоматизация производства выполняет следующие функции:

- функция управления техническими аппаратами и установками;
- функция контроля и измерения технических параметров;
- функция автоматического регулирования;
- функция защитной сигнализации блокировки технических устройств, технических аппаратов и т.д.;
- функция управления технологическими процессами. Системы, обеспечивающие управление технологическими процессами, называются автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП). АСУТП реализует функции, как сбора информации, так и принятия самостоятельных решений в изменении технологических процессов;
- функция автоматического управления производством, которую реализует автоматическая система управления производством (АСУП).

В данном курсовом проекте будет рассмотрена автоматизация вентиляционной системы. В составе проекта графическая часть, которая содержит две схемы: функциональную и электрическую принципиальную схему кондиционера с рециркуляцией, а также пояснительная записка, в которой будут рассмотрены следующие вопросы:

- краткое описание технологического процесса;
- выбор и описание функциональной схемы автоматизации;
- описание принципиальной схемы кондиционера с рециркуляцией;
- выбор и описание используемых средств автоматизации;
- расчетная часть. Определение передаточной функции САР уровня.

Современные системы кондиционирования могут быть классифицированы по следующим признакам:

- по основному назначению (объекту применения): комфортные и технологические;
- по принципу расположения кондиционера по отношению к обслуживаемому помещению: центральные и местные;
- по наличию собственного (входящего в конструкцию кондиционера)

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		4

источника тепла и холода: автономные и неавтономные;

– по принципу действия: прямоточные, рециркуляционные и комбинированные;

– по способу регулирования выходных параметров кондиционированного воздуха: с качественным (однотрубным) и количественным (двухтрубным) регулированием;

– по степени обеспечения метеорологических условий в обслуживаемом помещении: первого, второго и третьего класса;

– по количеству обслуживаемых помещений (локальных зон): однозональные и многозональные;

– по давлению, развиваемому вентиляторами кондиционеров: низкого, среднего и высокого давления.

Кроме приведенных классификаций, существуют разнообразные системы кондиционирования, обслуживающие специальные технологические процессы, включая системы с изменяющимися во времени (по определенной программе) метеорологическими параметрами.

Однозональные центральные СКВ применяются для обслуживания больших помещений с относительно равномерным распределением тепла, влаговывделений, например, больших залов кинотеатров, аудиторий и т. д. Такие СКВ, как правило, комплектуются устройствами для утилизации тепла (теплоутилизаторами) или смесительными камерами для использования в обслуживаемых помещениях рециркуляции воздуха.

Многозональные центральные СКВ применяют для обслуживания больших помещений, в которых оборудование размещено неравномерно, а также для обслуживания ряда сравнительно небольших помещений. Такие системы более экономичны, чем отдельные системы для каждой зоны или каждого помещения. Однако с их помощью не может быть достигнута такая же степень точности поддержания одного или двух заданных параметров (влажности и температуры), как автономными СКВ (кондиционерами сплит-систем и т. п.).

Прямоточные СКВ полностью работают на наружном воздухе, который обрабатывается в кондиционере, а затем подается в помещение.

Рециркуляционные СКВ, наоборот, работают без притока или с частичной подачей (до 40%) свежего наружного воздуха или на рециркуляционном воздухе (от 60 до 100%), который забирается из помещения и после его обработки в кондиционере вновь подается в это же помещение.

Классификация кондиционирования воздуха по принципу действия на прямоточные и рециркуляционные обуславливается, главным образом, требованиями к комфортности, условиями технологического процесса производства либо технико-экономическими соображениями.

Центральные СКВ с качественным регулированием метеорологических параметров представляют собой широкий ряд наиболее распространенных, так называемых одноканальных систем, в которых весь обработанный воздух при

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		5

заданных кондициях выходит из кондиционера по одному каналу и поступает далее в одно или несколько помещений.

При этом регулирующий сигнал от терморегулятора, установленного в обслуживаемом помещении, поступает непосредственно на центральный кондиционер.

СКВ с количественным регулированием подают в одно или несколько помещений холодный и подогретый воздух по двум параллельным каналам. Температура в каждом помещении регулируется комнатным терморегулятором, воздействующим на местные смесители (воздушные клапаны), которые изменяют соотношение расходов холодного и подогретого воздуха в подаваемой смеси.

Двухканальные системы используются очень редко из-за сложности регулирования, хотя и обладают некоторыми преимуществами, в частности, отсутствием в обслуживаемых помещениях теплообменников, трубопроводов тепло-холодоносителя; возможностью совместной работы с системой отопления, что особенно важно для существующих зданий, системы отопления которых при устройстве двухканальных систем могут быть сохранены.

Недостатком таких систем являются повышенные затраты на тепловую изоляцию параллельных воздухопроводов, подводимых к каждому обслуживаемому помещению.

Двухканальные системы, так же как и одноканальные, могут быть прямоточными и рециркуляционными.

В данном курсовом проекте будет рассмотрен рециркуляционные СКВ.

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		6

# 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Классификация систем кондиционирования

Кондиционирование воздуха - это создание и автоматическое поддержание (регулирование) в закрытых помещениях всех или отдельных параметров (температуры, влажности, чистоты, скорости движения воздуха) на определенном уровне с целью обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей или ведения технологического процесса.

Кондиционирование воздуха осуществляется комплексом технических средств, называемым системой кондиционирования воздуха (СКВ).

## 1.2 Состав системы кондиционирования воздуха

В состав СКВ входят технические средства забора воздуха, подготовки, т. е. придания необходимых кондиций (фильтры, теплообменники, увлажнители или осушители воздуха, калориферы, насос, камера орошения), перемещения (вентиляторы) и его распределения, а также средства хладо- и теплоснабжения, автоматики, дистанционного управления и контроля. СКВ больших общественных, административных и производственных зданий обслуживаются, как правило, комплексными автоматизированными системами управления.

Автоматизированная система кондиционирования поддерживает заданное состояние воздуха в помещении независимо от колебаний параметров окружающей среды (атмосферных условий).

Основное оборудование системы кондиционирования для подготовки и перемещения воздуха агрегируется (компоуется в едином корпусе) в аппарат, называемый кондиционером. Во многих случаях все технические средства для кондиционирования воздуха скомпонованы в одном блоке или в двух блоках, и тогда понятия «СКВ» и «кондиционер» однозначны.

## 1.3 Рециркуляционная (замкнутая) СКВ

В рециркуляционных (замкнутых) СКВ (рис. 1) многократно используется один и тот же воздух, который забирается из помещения, подвергается в кондиционере необходимой обработке и снова подается в помещение. Таким образом, осуществляется полная рециркуляция воздуха. Рециркуляционные системы применяют для помещений, в которых образуются только тепло - и влагоизбытки и в которых отсутствуют выделения вредных паров, газов и пыли.

Если в воздух помещений поступают вредные пары, газы и пыль, то применять СКВ с полной рециркуляцией можно, лишь при включении в комплект устройств по обработке воздуха, специальных аппаратов для очистки воздуха от

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		7

вредных примесей, что весьма усложняет системы и обычно экономически нецелесообразно. К такому решению прибегают тогда, когда нельзя использовать наружный воздух.

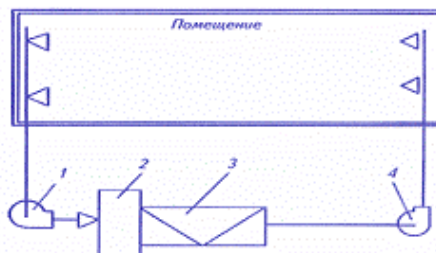


Рис. 1. Принципиальная схема центральной рециркуляционной (замкнутой) СКВ:  
1 - вытяжной вентилятор; 2 - воздухоприемная камера; 3 - центральный кондиционер;  
4 - приточный вентилятор

В СКВ с полной рециркуляцией осуществляются только очистка воздуха от пыли и тепловлажностная обработка, поэтому такие СКВ применяют для кондиционирования воздуха в помещениях, в которых требуется поддержание температурно-влажностных параметров воздуха, а потребность в наружном воздухе отсутствует или удовлетворяется другими системами. К числу таких помещений относятся многие технологические помещения с тепловыделяющим оборудованием (залы вычислительных машин, радиоцентры и т. п.). Наиболее распространенной является СКВ с частичной рециркуляцией, в которой используется смесь наружного и рециркуляционного воздуха (рис. 2). Такие системы применяют при условии, что воздух, используемый для рециркуляции, не содержит токсичных паров и газов, а расчетное количество вентиляционного воздуха для удаления избытков теплоты и влаги превышает количество наружного воздуха, которое должно подаваться в помещение для ассимиляции вредных паров и газов.

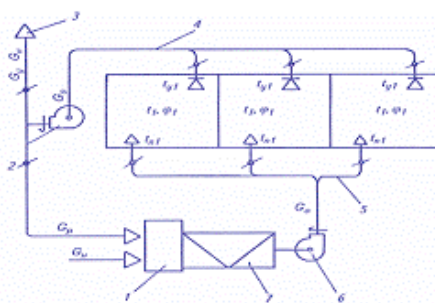


Рис. 2. Принципиальная схема однозональной центральной СКВ с частичной рециркуляцией: 1 - воздухоприемная камера; 2 - вытяжной вентилятор; 3 - воздуховыбросная шахта; 4 - воздуховод вытяжной системы; 5 - приточный воздуховод; 6 - вентилятор; 7 - центральный кондиционер

Кроме того, использование рециркуляционного воздуха должно приближать температурно-влажностные параметры наружного воздуха к требуемым параметрам приточного воздуха. СКВ с частичной рециркуляцией обычно предусматривается с подачей в помещения переменных объемов наружного и

ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА
------	------	----------	---------	------

рециркуляционного воздуха в зависимости от параметров наружного воздуха. Однако количество наружного воздуха в смеси, подаваемой в помещение СКВ с частичной рециркуляцией, должно быть не меньше санитарной нормы.

СКВ с частичной рециркуляцией являются наиболее гибкими: в зависимости от условий и состояния наружного воздуха они могут работать по прямоточной схеме, по схеме с частичной или полной рециркуляцией. В последнем случае при необходимости газовый состав воздуха по кислороду и углекислому газу в помещениях поддерживается иными средствами.

В системах с частичной рециркуляцией рециркуляционный воздух смешивается с наружным до или после камеры орошения. В первом случае система называется СКВ с первой рециркуляцией, во втором - СКВ со второй рециркуляцией. В воинских зданиях чаще применяют СКВ с первой рециркуляцией. Применение первой рециркуляции позволяет уменьшить расход теплоты на нагрев наружного воздуха в холодное время года и расход холода на охлаждение воздуха в теплое время.

Наружный воздух из воздухозаборного устройства поступает через открытый утепленный клапан в смесительную камеру. Как правило, клапан имеет пневматический или электрический привод, который через систему автоматического управления включается в схему пускателя электродвигателя вентилятора. При пуске вентилятора в работу привод открывает створки клапана, а при остановке - закрывает. Через регулирующий клапан поступает в смесительную камеру рециркуляционный воздух. Рециркуляционный и наружный воздух перемещается в смесительной камере, получившаяся смесь воздуха проходит далее через воздушный фильтр, предназначенный для очистки воздуха от пыли. Доступ для ревизии и обслуживания фильтра осуществляется через дверки в воздушных камерах.

Из фильтра через воздушную камеру воздух поступает в теплообменники секции первого подогрева, в которых при необходимости воздух нагревается до требуемой температуры. Нагрев воздуха регулируется изменением температуры и расхода горячей воды, поступающей в теплообменники. Если в кондиционере используют теплообменники, обогреваемые паром, то здесь предусмотрен обводной канал, расход воздуха через который регулируется секционным клапаном.

Из секции первого подогрева через воздушную камеру воздух поступает в камеру орошения, в которой подвергается увлажнению, осушке, охлаждению. Иногда вместо камеры орошения используют поверхностные воздухоохладители или другие устройства, способные охладить воздух и изменять его влагосодержание.

Далее воздух через воздушную камеру поступает к теплообменникам секции второго подогрева.

К фланцам последней по ходу воздуха воздушной камеры присоединена переходная секция, посредством которой воздушный тракт секций соединяется с

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		9



всасывающим патрубком вентилятора. Для обеспечения горизонтальной связки и установки секций и камер служат опоры. Нагревательное отверстие вентилятора соединяется с приточным воздуховодом, по которому подготовленный в кондиционере воздух подается в помещения непосредственно или через местные доводчики.

В воздухообрабатывающем блоке находятся: поворотный клапан для регулирования количества наружного и рециркуляционного воздуха, фильтр для очистки воздуха от пыли, калорифер первого подогрева. В вентиляторном блоке размещены вентилятор с электродвигателем, калорифер второго подогрева. В водяном блоке размещены насос, фильтр для очистки воды, набираемой насосом, поплавковый клапан для поддержания постоянного уровня воды.

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		10

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Ознакомление с основными компонентами

В процессе описания задач автоматизации, которые реализует функциональная схема, входят: управление насосом; регулирование уровня температуры датчиков; контроль терморегулятора.

Управление насосом осуществляется с помощью магнитного пускателя КМ1 вручную с помощью кнопок SB1 и SB2, расположенных на щите.

#### *Описание принципиальной электрической схемы*

Принципиальная электрическая схема управления обеспечивает выполнение следующих задач:

- подачу питающего напряжения и защиту асинхронного электродвигателя вентилятора;
- включение электродвигателя вентилятора в местном и дистанционном режиме;
- сигнализацию нормальной работы вентилятора;
- ручное и автоматическое управление исполнительным клапаном воздушной заслонки.

В состав схемы входят следующие элементы:

На щите автоматики:

Выключатель напряжения, SF

Сигнальная лампа (2 штуки), HL

Переключатель режима работ, SA

Переключатель режима управления, SA

Кнопки ручного управления электродвигателем, SB

Регулятор температуры (2штуки), ТС

По месту расположения:

Регулятор температуры (4 штуки), ТС

Магнитный пускатель (3 штуки), КМ

Напряжения питания на электродвигатель от трехфазной сети 380/220 В подается по цепи фазы: А, В, С, автоматический выключатель SF, контакты магнитного пускателя КМ, катушки электротеплового реле КК. Статорные обмотки электродвигателя.

Включение электродвигателя в местном режиме, положение переключателя SA2 «М» (замкнутые контакты 1-2) происходит при нажатии SB2. При напряжении на катушку магнитного пускателя КМ подается по цепи; фаза С, предохранитель FU переключатель SA (контакты 1-2), кнопка SB2, кнопка SB1, катушка магнитного пускателя КМ, контакт электрического реле КК, нулевой провод. Остановка двигателя производится нажатием кнопки SB2. Предусмотрена блокировка кнопки SB1 контактом магнитного пускателя КМ.

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		11

В режиме дистанционного управления переключатель SA в положении «Д», замкнуты контакты 3-4, включение электродвигателя производится кнопкой SB3 при этом напряжение на катушку KM магнитного пускателя подается по цепи: фаза C, FU, SA(3-4),SB4,SB3,KM,КК,N.

Синхронизация нормальной работы производится сигнальной лампой HL, которая загорается при замыкании контакта реле потока воздуха S3 как в режиме местного, так и в режиме дистанционного управления. При этом напряжении на сигнальную лампу HL подается по цепи: фаза C, FU, SA(1-2 или 3-4), SB2(SB4),SB1(SB3),S3,HL,N1.

Управление исполнительным механизмом Y воздушной заслонки в режиме местного управления электродвигателем вентилятора SA в положении «М», обеспечивается вручную кнопками SB5 («открыть») и SB6 («закрыть»). При этом напряжение на обмотки электродвигателя исполнительного механизма подается по цепи; фаза C, FU, SA(1-2),SB5(SB6), S1, кнопки электродвигателя, пулевой провод.

В режиме дистанционного управления электродвигателем вентилятора, включение исполнительного механизма воздушной заслонки производится автоматически. При срабатывании магнитного пускателя KM замыкаются его контакты в цепи питания промежуточного реле K, которое своими контактами производит включение исполнительного механизма. При этом напряжение на электродвигатель исполнительного механизма подается по цепи: фаза C, FU, SA(3-4), контактные реле K, статорные обмотки электродвигателя исполнительного механизма N. Выключатели положения S1 и S2 производят отключение электродвигателя исполнительного механизма при полностью закрытой воздушной заслонке.

#### Выбор и описание используемых средств автоматизации

1 Функциональные устройства систем кондиционирования и вентиляции (СКВ) как объекты регулирования

При создании и внедрении систем автоматического регулирования (САР) вентиляции и кондиционирования воздуха необходимо знать характеристики, как определенных элементов СКВ, так и системы в целом, которые описывают их поведение в переходных и установившихся режимах. Только по таким характеристикам можно оптимально выбрать регулятор, датчики, исполнительные механизмы, построить САР и произвести ее наладку.

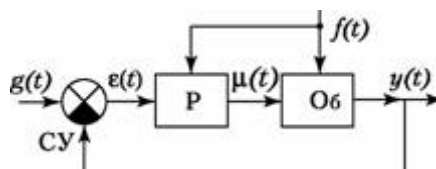


Рис. 3 Обобщенная структурная схема САР: Об - объект регулирования с передаточной функцией  $W_{Об}(p)$ ; СУ - устройство сравнения; P - регулятор с передаточной функцией  $W_p(p)$ ;  $f(t)$  - возмущающее воздействие;  $y(t)$  - регулируемая величина;  $\varepsilon(t)$  - ошибка регулирования  $g(t)$  - задающее воздействие;  $\mu(t)$  - управляющее воздействие

Наиболее широко используются методы математического описания САР на основе передаточных функций  $W(p)$ , которые отражают взаимосвязь входных и выходных параметров отдельных элементов и всей системы [1].

Обобщенную структурную схему САР можно представить в виде, показанном на рис 3.

Зная  $W_{Об}(p)$  и задаваясь свойствами САР - передаточной функцией  $W_C(p)$ , можно выбрать или настроить уже выбранный регулятор -  $W_p(p)$ .

Реально СКВ как объект управления достаточно сложна (рис. 4). Поэтому передаточные функции объекта регулирования  $W_{Об}(p)$  определяют для отдельных функциональных элементов системы с использованием передаточных функций типовых динамических звеньев. Нахождение передаточной функции всей СКВ как объекта регулирования производится по правилам определения суммарной передаточной функции при различном соединении звеньев [1].

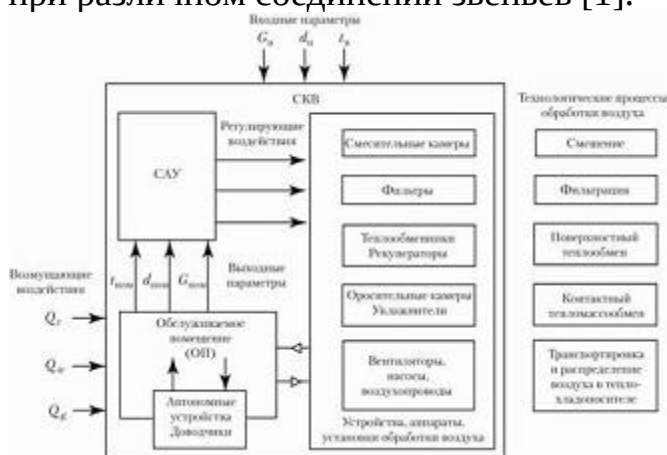


Рис. 4. Обобщенная структурная схема СКВ как объекта автоматизации:  $t_n$ ,  $d_n$ ,  $G_n$  - температура, влажность, расход наружного воздуха;  $t_{пом}$ ,  $d_{пом}$ ,  $G_{пом}$  - температура, влажность, расход воздуха в помещении;  $Q_t$ ,  $Q_w$ ,  $Q_g$  - тепловая, влажностная и газовые нагрузки

Рассмотрим наиболее типичные функциональные элементы СКВ как объекты регулирования: обслуживаемые помещения, теплообменники, камеры смешения, воздуховоды и т. п.

#### Обслуживаемые помещения

Основным элементом СКВ является обслуживаемое помещение, в котором постоянно совершается переход воздуха из одного состояния в другое. Для поддержания заданных параметров в обслуживаемое помещение подается приточный воздух с параметрами, отличными от параметров внутри помещения. Перемешиваясь с внутренним воздухом и вытесняя его, приточный воздух ассимилирует избыточное тепло и влагу или подогревает и увлажняет воздух помещения.

Обслуживаемое помещение характеризуется рассредоточенными показателями воздуха. Учет рассредоточенных характеристик затруднен, поэтому помещение при решении задач автоматического регулирования рассматривается

как объект с сосредоточенными параметрами, т. е. температура и влажность воздуха определяются в наиболее типичной (рабочей) зоне. Именно в такой зоне должны быть установлены датчики регулируемых параметров. Некоторые помещения могут характеризоваться зонами с разными параметрами, что требует применения многозональной СКВ или использование местных доводчиков (автономные кондиционеры, увлажнители, фэнкойлы и др.).

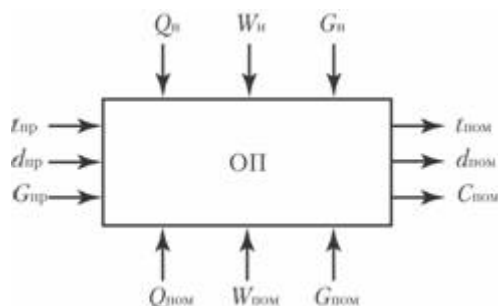


Рис. 5 Обобщенная функциональная модель обслуживаемого помещения (ОП) как объекта регулирования

На функциональной схеме обслуживаемого помещения (рис. 5) выделены внешние возмущающие воздействия (тепловая  $Q_n$ , влажностная  $W_n$  и аэродинамическая  $G_n$  нагрузки) и внутренние (тепловая  $Q_{пом}$ , влажностная  $W_{пом}$  и газовая  $S_{пом}$  нагрузки). Входными параметрами являются: температура  $t_{пр}$ , влажность  $d_{пр}$  и расход подаваемого в помещение воздуха  $G_{пр}$ , и соответственно регулируемые:  $t_{пом}$ ,  $d_{пом}$  и  $S_{пом}$ . В системах комфортного кондиционирования для стабилизации заданного состояния воздуха, т. е. двух независимых переменных  $t_{пом}$  и  $d_{пом}$  можно использовать, вобщем случае, три управляющие воздействия:  $t_{пр}$ ,  $d_{пр}$  и  $G_{пр}$ . Особенности применения каждого определяются исходными условиями, ограничениями, накладываемыми на систему, а также экономическими соображениями.

Обычно в кондиционируемых помещениях переменна тепловая нагрузка, влажностная- относительно постоянна, а газовая - требует некоторого минимального расхода наружного воздуха.

Для такого объекта возможны три вида систем стабилизации температуры: с постоянным или переменным расходом воздуха и смешанные.

Управление температурой помещения с помощью изменения расходов приточного и удаляемого воздуха (количественное регулирование), несмотря на преимущества, связанные с экономией теплоты, воды и электроэнергии, уменьшении мгновенных и годовых расходов, реализуется редко. Это связано с относительно высокими капитальными затратами и сложностью управления, особенно многозональных систем. Поэтому, наиболее распространенными являются системы стабилизации температуры в помещении по каналу изменения температуры приточного воздуха (качественное управление). Такие системы наиболее полно исследованы как объекты автоматизации: выведены аналитически

и экспериментально подтверждены передаточные функции, значения коэффициентов передач и постоянных времени.

Динамические свойства помещения зависят от кратности воздухообмена  $K_v$ , обобщенного размера помещения  $IV$  (отношение объема помещения  $V_{пом}$  к площади поверхности ограждений  $F$ ), коэффициентов теплопередачи ограждений  $K_{огр}$  и постоянной времени ограждения  $T_{огр}$ . Аналитически передаточная функция по каналу температуры приточного воздуха получена в виде

$$W_{t_{об}}(p) = \frac{T_{огр} \cdot p + 1}{T_{пом} \cdot p + 1} K_{пом},$$

где  $K_{пом}$  и  $T_{огр}$  могут быть определены по показателям  $K_v$ ,  $IV$ ,  $K_{огр}$ , теплопроводности  $\lambda$  и плотности  $\rho_v$  воздуха [2].

$T_{пом}$  - постоянная времени помещения - может быть определена как  $\frac{T_{огр}}{K_v - 1}$ .

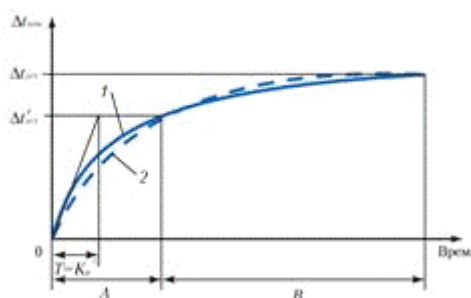


Рис. 6 Процесс изменения температуры в помещении: 1 - эксперимент; 2 – расчет

Анализ кривых переходного процесса, построенных на основании приведенной передаточной функции и экспериментальных данных, показывает, что процесс изменения температуры в помещении имеет два явно выраженных участка (рис. 6). На первом (A) - процесс изменения температуры происходит быстро, скорость изменения температуры при этом зависит от кратности воздухообмена  $K_v$ . По литературным данным этот отрезок времени составляет (3-4)  $K_v - 1$ . По мере поглощения теплоты ограждением и оборудованием скорость изменения температуры воздуха замедляется (участок B), проявляется инерционность ограждений ( $T_{огр}$  может составлять порядка десятка часов). Поэтому, теоретический конец переходного процесса достигается через несколько суток.

Учитывая, что для помещений характерны периоды изменения составляющих тепловой нагрузки от нескольких минут до часов, в задачах с такими периодами колебаний можно пренебречь инерционностью ограждений и представить помещение апериодическим звеном первого порядка с передаточной

функцией

$$W_{t_{\text{вх}}}(p) = \frac{K_{\text{полл}}}{T_{\text{полл}} \cdot p + 1},$$

### Теплообменные аппараты

В наиболее распространенных поверхностных теплообменниках типа «воздух-жидкость», «воздух-хладагент» в качестве возмущающих воздействий выступают температура жидкости на входе  $t_{w\text{вх}}$ , расход воздуха  $G_{\text{в}}$ , температура воздуха на входе  $t_{\text{вх}}$  (рис. 7). Управляющими воздействиями могут быть расход жидкости  $G_{\text{ж}}$ , температура жидкости  $t_{w\text{вх}}$ , расход воздуха  $G_{\text{в}}$ , а регулируемый параметр  $t_{\text{вх}}$ .

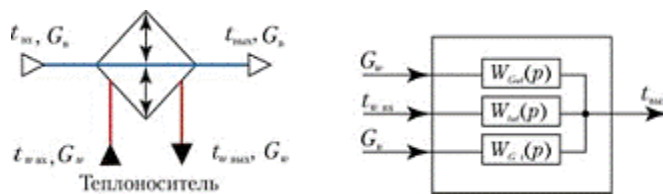


Рис. 7 Функциональная и структурная схемы теплообменника типа «жидкость-воздух»

Многочисленные теоретические и экспериментальные исследования показали, что в первом приближении передаточная функция такого аппарата вне зависимости от канала управления описывается типовым апериодическим звеном первого порядка вида

$$W(p) = \frac{K}{T \cdot p + 1},$$

где  $K$  - статический коэффициент передачи аппарата;  $T$  - постоянная времени теплообменного аппарата.

Ниже приведена одна из нескольких возможных зависимостей, позволяющая приближенно оценить инерционность аппаратов такого вида:

$$T = (c_m M_m + c_w M_w) / [c_w G_w + (\frac{2}{kF} + \frac{1}{c_w G_w})^{-1}],$$

где  $c_m, c_w$  - теплоемкости металла и воды;  $m, M_w$  - массы металла и воды;  $G_w$  - расход воды;  $k$  - коэффициент теплопередачи аппарата;  $F$  - поверхность аппарата.

Статическая характеристика аппарата, описываемая статическим

коэффициентом передачи  $K$ , может быть также получена расчетным путем, хотя эта зависимость еще более сложная, чем для постоянной времени. Поэтому для оценки пользуются статическими характеристиками, полученными графоаналитическим методом. Кроме этого, при анализе необходимо учитывать ограничения, связанные с тем, что при температуре наружного воздуха ниже нуля и определенных скоростях потока ( $<0,1$  м/с) создается угроза замораживания аппарата.

Управления поверхностными жидкостными теплообменниками может осуществляться по трем каналам: расходом жидкости, температурой теплоносителя и байпасированием (перепуском) воздуха. Возможные варианты их технической реализации, а также вид статических характеристик показаны на рис. 8.

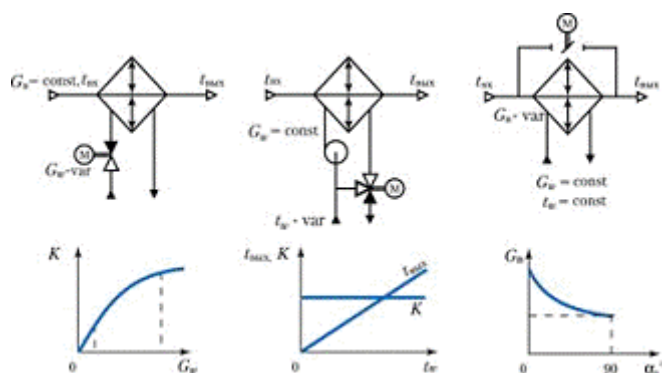


Рис. 8 Способы управления поверхностными теплообменниками типа «жидкость-воздух»: а - расходом жидкости; б - температурой теплоносителя; в - расходом воздуха

Еще одним недостатком управления расходом является опасность замерзания воды в трубах при малых скоростях воды и отрицательной температуре наружного воздуха. Областью возможного применения данного метода управления является выбор нижней границы расхода  $G_w$  зам, обеспечивающий скорость воды в трубах не менее 0,2 м/с.

Управление температурой теплоносителя (рис. 8, б) осуществляется с помощью двух двухходовых клапанов или одного трехходового и циркуляционного насоса. Регулировочная характеристика при этом линейна, коэффициент передачи постоянен. Если выбрать клапаны с линейной характеристикой, то управляемый аппарат поэтому каналу представляется линейным объектом. При этом динамические характеристики при постоянном расходе воздуха также остаются неизменными, а при переменном расходе - меняются незначительно. По выбранной скорости воды (обычно 0,3-0,5 м/с) с учетом обвязок теплообменника определяется расход воды через аппарат и подбирается насос. При таком подходе гарантируется защита от замерзания в рабочем режиме и безопасность повышения температуры горячей воды. Таким образом, схема управления температурой теплоносителя является лучшей по своим техническим характеристикам.



Управление с помощью байпасирования воздуха (рис. 8, в) представлено как технически возможное, но качество регулирования, присущее такому методу, невысоки: расход теплоты или холода нельзя снизить до нуля, регулировочная характеристика нелинейная и т. д. Поэтому на практике для автоматического регулирования этот метод неприменяется.

Еще следует остановиться на параметре  $t_{wвых}$  - температуре воды на выходе из теплообменника. Она не является регулируемым параметром, но ее контроль необходим. Именно ее минимальная величина совместно с температурой наружного воздуха является определяющей для установки критерия срабатывания защиты от замерзания теплообменника.

Роторный рекуператор как объект управления, одноканальный, т.е. используется только одно управляющее воздействие - изменение частоты вращения ротора, при регулируемом параметре - температуре приточного воздуха  $t_{пр}$ . Однако данные по анализу статических и динамических характеристик роторных рекуператоров отсутствуют. Можно предположить, что при неизменных расходах приточного и удаляемого воздуха передаточная функция роторного рекуператора  $W(p)$  постоянна и соответствует типовому апериодическому звену первого порядка с инерционностью в несколько минут (при диапазоне скоростей ротора 3-11мин-1 и максимальных скоростях воздуха до 4,0 м/с).

Возможность замерзания также присуща этому виду аппаратов. Поэтому для автоматической защиты, кроме стандартных мер снижают скорость вращения ротора, что позволяет увеличить интенсивность его нагрева теплым воздухом.

#### *Контактные тепло- массообменные аппараты*

Контактные аппараты (оросительные камеры, пароувлажнители) наиболее сложные сточки зрения их представления как объектов управления. В них одновременно взаимосвязано происходит тепло и массообмен, а следовательно, меняется как температура, так и влажность воздуха. Управляющими воздействиями для оросительной камеры являются температура орошающей воды  $t_w$ , расход воздуха  $G_v$  и расход воды  $G_w$ , а возмущающими воздействиями -  $t_{вх}$  и  $d_{вх}$ . Режимы использования воды зависят от требуемых процессов тепловлажностной обработки воздуха. При изохлальной обработке воздуха, используется только рециркуляционная вода, если пренебречь подпиткой из водопровода не более 0,5-3,0 % испарившейся воды. В этом процессе теплосодержание (энтальпия) воздуха практически не меняется, т.к. температура воздуха близка к температуре орошающей воды, однако относительная влажность не достигает 100% из-за кратковременности пребывания воздуха в камере.

При политропном процессе, когда происходит не только увлажнение, но и меняется теплосодержание воздуха за счет разности  $t_{вх}$  и  $t_w$ , оросительная камера работает на переменной смеси холодной и рециркуляционной воды. В летний период при температуре наружного воздуха, превышающей расчетные, в камеру подается только холодная вода.

Сложность процессов тепломассообмена в оросительных камерах затрудняет

						АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА			18

получение однозначных их динамических и статических характеристик, причем, у разных исследователей отличаются не только расчетные зависимости для оценки коэффициентов передачи и постоянных времени, но и виды передаточных функций. Наиболее наглядной интерпретацией динамических процессов, происходящих в оросительной камере, является ее представление в виде двух звеньев [3]. Первое звено - дождевое пространство оросительной камеры, т. е. объем, где размещены форсунки, и происходит теплообмен. Его можно считать усилительным звеном с переменным коэффициентом передачи, зависящим от начальных параметров воздуха и воды, выбранного канала управления, и т. д., т. е. нелинейным звеном. Второе звено (поддон) может быть представлено апериодическим звеном с постоянной времени  $T_{\pi} = V_{\pi} \cdot \rho_w / G_w$ , где  $V_{\pi}$  - объем поддона. В зависимости от условий работы динамические характеристики могут приближаться либо к апериодическому (в изохальном процессе), либо к усилительному (в политропном процессе) звеньям.

Рассмотрим основные функциональные схемы, соответствующие технической реализации управления оросительной камерой по каналам  $t_w$ ,  $G_w$  и  $G_v$  (рис. 9).

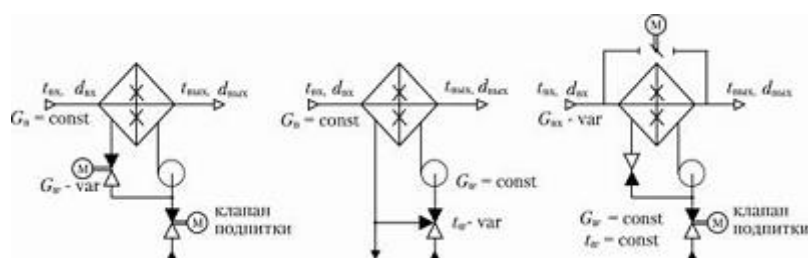


Рис. 9 Методы управления оросительной камерой: а - расходом жидкости; б - температурой теплоносителя; в - расходом воздуха

Управление расходом воды  $G_w$  (рис. 9, а) производят либо дросселированием сети с помощью клапана, либо позиционно - скважностью подачи воды (скважность  $\tau$  - отношение времени включенного насоса  $t_{вкл}$  к суммарному времени включенного и выключенного состояния насоса  $t_{вкл} + t_{выкл}$ ).

Управление расходом воздуха  $G_v$  (рис. 9, в), проходящим через оросительную камеру, осуществляют с помощью байпасной линии, аналогично поверхностным теплообменникам. Обычно эти две схемы используются для осуществления изохального процесса. С уменьшением  $G_w$  при  $G_v = \text{const}$  эффективность увлажнения падает, а с сокращением расхода воздуха  $G_v$  при неизменном  $G_w$  эффективность растет. Кроме того, при определенном снижении  $G_w$  может иметь место «сворачивание» факела воды на выходе из форсунки, что уменьшает эффективность увлажнения до нуля. Это ограничивает использование дросселирования при управлении изменением  $G_w$ .

Что касается регулировочных характеристик, то при управлении скважностью ( $\tau$ ) она линейна, а при изменении  $G_v$  и  $G_w$  - нелинейна.

Для политропных процессов, обычно, управление ведут изменением

температуры воды  $t_w$  (рис. 9, б) с помощью двух синхронно управляемых проходных клапанов или одного смесительного в трубопроводах холодной и рециркуляционной воды. В этом случае при  $G_w = \text{const}$  регулировочная характеристика (зависимость между конечной температурой воздуха и начальной температурой воды) линейна. Технологической и конструктивной особенностью оросительных камер является наличие поддона, в связи с чем возникает задача управления уровнем воды в нем. Это независимый контур управления, необходимость которого следует учитывать при построении системы управления. Передаточная функция оросительной камеры при управлении изменением параметрами воды может быть представлена в виде

$$W(p) = K \frac{T \cdot p + 1}{-\alpha e^{p\tau} + T \cdot p + 1},$$

Значение  $T$  и  $K$ , а также коэффициентов  $\alpha$  и  $\tau$  можно найти в работе [4].

#### *Смесительные камеры*

Смесительные камеры выполняют функции соединения потоков наружного и рециркуляционного воздуха. В них изменяется как расход воздуха, так и его термодинамическое состояние. Как звено САР смесительная камера является безинерционным усилительным звеном, характеризуемым коэффициентом передачи  $K_{см}$ , который находится из уравнений теплового и массового балансов:

$$K_{см} = \frac{G_n}{G_n + G_{рц}},$$

На  $d-h$  диаграмме точка, характеризующая параметры смешанного воздуха  $d_{см}$ , однозначно определяется соотношением расходов  $G_n$  и  $G_{рц}$  прямой процесса смешения, соединяющей точки  $t_n$  и  $t_{рц}$ .

Управление соотношением расходов наружного  $G_n$  и рециркуляционного воздуха  $G_{рц}$  производится воздушными клапанами и должно производиться синхронно. Переменное количество наружного воздуха достигается тем, что клапаны наружного и рециркуляционного воздуха имеют противоположное направление движения створок, а клапан удаляемого воздуха движется в одном направлении с клапаном наружного воздуха. При таком алгоритме управления клапанами обеспечивается подача санитарной нормы наружного воздуха, компенсация утечек воздуха в неплотностях ограждений помещений и постоянство производительности приточного и вытяжного вентиляторов.

#### *Вентиляционные сети*

В состав вентиляционной сети входят вентиляторы, воздуховоды, устройства управления расходом воздуха и датчики.

Этот вид элементов СКВ как объекта управления относится к транспортным

						АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА			20

звеньям САР, в которых может происходить изменение температуры воздуха и воды, а иногда и влагосодержания воздуха. Отсутствие или низкое качество изоляции, большая длина, малые скорости движения сред, большой перепад параметров движущейся среды и окружающего воздуха могут привести к колебательности процесса и к неустойчивости процесса регулирования. Это оказывает влияние на величину транспортного запаздывания  $t_z$ , которое определяется как отношение длины воздухопровода  $l$  к средней скорости движения воздуха. На рис. 2.35 показаны разгонная характеристика изменения температуры в воздуховоде и структурная схема этого звена.

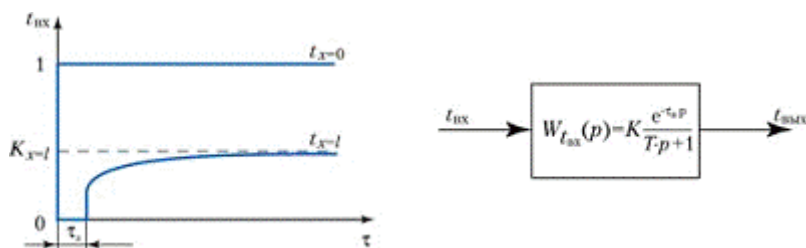


Рис. 10 Характеристика воздуховода как объекта управления: а - переходной процесс изменения температуры; б - передаточная функция

При скачкообразном изменении  $t_{вх}$  в начале воздуховода на выходе температура спустя время  $t_z$  изменится небольшим скачком, а затем плавно приблизится к установившемуся значению. Таким образом, передаточная функция такого звена есть сложная трансцендентная функция, которая упрощенно может быть представлена в виде

$$W_{t_{вых}}(p) = \frac{K \cdot e^{-t_z p}}{T p + 1},$$

Для практического использования построены зависимости коэффициента передачи  $K$  от длины  $l$ , диаметра  $d$  и скорости воздуха  $V$  в [2].

При больших длинах воздухопроводов их влиянием на температуру воздуха пренебречь нельзя. При низкочастотных колебаниях температуры наружного воздуха (период  $t_n = 24$  ч) воздухопровод становится простейшим усилительным звеном. Для изолированных воздухо- и трубопроводов инерционность процесса теплопередачи в них необходимо учитывать. Оценка постоянной времени в этом случае может быть получена из выражения

$$T = \frac{t_z}{25} \sqrt[3]{d^2},$$

ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА
------	------	----------	---------	------

где  $d$  - диаметр воздухо- и трубопровода, м.

При управлении процессом изменения температуры среды влияние транспортного запаздывания также подлежит уточнению. Особенно это существенно при длинных воздухо- и трубопроводах. В последних скорость воды может снижаться до 0,03-0,1 м/с и запаздывание  $t_z$  может составлять от нескольких минут до часов. Отсюда понятны и практические рекомендации по установке датчиков и управляющих органов поближе к управляющему звену. При управлении расходом воздуха или воды при неизменной температуре влияния  $t_z$  несущественно.

#### *Датчики и регулирующие органы*

Кроме рассмотренных выше аппаратов и устройств СКВ как звеньев систем регулирования в объекты управления необходимо учитывать датчики и регулирующие органы. Датчики параметров воздуха и теплоносителей можно рассматривать как апериодическое звено первого порядка. Их инерционность (постоянная времени) зависит от конструкции и массы чувствительного элемента. Еще в более сильной степени инерционность зависит от скорости воздуха. При неподвижном воздухе постоянная времени датчиков достигает десятков минут и для помещений может оказаться самой большой постоянной среди звеньев объекта. Поэтому с целью снижения инерционности применяют локальное повышение скорости воздуха вблизи датчика, установку датчиков в приточном или рециркуляционном воздухопроводах и другие приемы.

Регуляторы расхода (клапаны) изменяют расход воздуха  $G_v$  или воды  $G_w$  при повороте створок на угол  $\alpha$  или перемещении плунжера  $h$ . При мгновенном изменении  $\alpha$  или  $h$  расход воздуха или воды также меняется мгновенно. Поэтому клапаны являются обычными усилительными звеньями, в которых входная и выходная величины связаны коэффициентом передачи. Для воздушного клапана  $K_{G_\alpha} = \Delta G_\alpha / \Delta \alpha = f(\alpha, F_{кл})$ , где  $F_{кл}$  - сечение клапана. Для водяного клапана при данном диаметре клапана и типе плунжера  $K_{G_w} \approx \Delta h = f(h)$ . Функции  $f(\alpha, F_{кл})$  и  $f(h)$  обычно нелинейны, и коэффициенты передачи при разных положениях  $\alpha$  или  $h$  могут меняться значительно, если клапаны поставлены без расчета.

Обычно клапаны выбираются специалистами по вентиляции и кондиционированию, однако со стороны специалиста по автоматизации требуется проверка выбора клапана по управляемости и учета времени полного хода его штока. Последний показатель обычно задан техническими характеристиками привода клапана.

## **2.2 Расчетная часть: определение передаточной функции САР уровня**

Строим структурную схему согласно заданию; объект регулирования астатический без запаздывания:

										ЛИСТ
										22
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА						

$$W_1 = K_1 \quad W_2 = 1/T_1 p \quad W_3 = 1/T_2 p \quad W_4 = K_2$$

где Р - регулятор;  
ИМ - исполнительный механизм;  
ОР - объект регулирования;  
Д – датчик.

$$W_c = \frac{e^{-p\tau}}{T_2 p + 1} \Rightarrow W_\alpha = \frac{e^{-p\tau}}{T_2 p}; \quad \tau = 0 \Rightarrow W_3 = \frac{1}{T_2 p + 1}$$

Отсюда следует, что передаточная функция объекта регулирования соответствует интегрирующему звену, как и передаточная функция исполнительного механизма, взятая из задания. Передаточные функции регулятора и датчика по заданию аналогичны усилительному звену. Определим передаточную функцию САР уровня ( $W''$ ), а так как мы имеем встречно-параллельное соединение, она будет выглядеть следующим образом:

$$W' = K_1 * \frac{1}{T_1 p} * \frac{1}{T_2 p} = \frac{K_1}{T_1 T_2 p^2}$$

$$W'' = \frac{W'}{1 + (W' * W_4)} = \frac{\frac{K_1}{T_1 T_2 p^2}}{1 + \left( \frac{K_1}{T_1 T_2 p^2} * K_2 \right)} = \frac{\frac{K_1}{T_1 T_2 p^2}}{T_1 T_2 p^2 + \frac{K_1 K_2}{T_1 T_2 p^2}} = \frac{K_1}{T_1 T_2 p^2} * \frac{T_1 T_2 p^2}{K_1 K_2 + T_1 T_2 p^2}$$

$$= \frac{K_1}{K_1 K_2 + T_1 T_2 p^2}$$

Из получившейся передаточной функции САР уровня получим комплексную частичную характеристику (КХЧ):

$$W(j\omega) = \frac{K_1}{K_1 K_2 - T_1 T_2 \omega^2} \quad \text{так как} \quad W'' = W(j\omega)$$

Теперь определим мнимую и действительную части:

$$U(j\omega) = \frac{K_1}{K_1 K_2 - T_1 T_2 \omega^2}; \quad V(\omega) = 0$$

В реальности объект регулирования не может быть без запаздывания, так как

ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА
------	------	----------	---------	------

в реальности все объекты регулирования инерциальны. Это связано с тем, что постоянная времени (Т) у каждого типового звена своя.

Оценка возможности астатического регулирования.

Одним из признаков астатического звена (или системы в целом) является наличие комплексного переменного Р в качестве множителя в знаменателе передаточной функции, т.е. наличие интегрирующей составляющей.

Рассмотрим возможность ПИ-закона регулирования САР температуры. Для этого построим структурную схему, в которую включим ПИ-регулятор.



Рис 10. Структурная схема САР температуры.

Передаточная функция ПИ-регулятора имеет вид

$$W_p(p) = K + 1/T_p; \quad (K=15; T_i=30 \text{ сек.})$$

Найдем передаточную функцию разомкнутой системы

$$W_{раз}(p) = W_p(p)W_{об}(p)$$

$$W_{раз}(p) = \frac{K_p * K_{об} * T_p(p) + K_{об}}{T_p(p) * T_{об}(p) + T_p(p)} = \frac{15 * 1800p * 30p + 33}{30p + 800p + 30p}$$

Найдем передаточную функцию замкнутой системы

$$\Phi(p) = \frac{W_{раз}(p)}{1 + W_{раз}(p)}$$

$$\Phi(p) = \frac{T_p(p) * K_p * K_{об} + K_{об}}{T_p(p) * T_{об}(p) + T_p(p) * K_p * K_{об} + T_p(p) + K_{об}} = \frac{15p * 30 * 33 + 33}{30p * 1800p + 30p * 33 * 15 + 30p + 33}$$

По передаточной функции разомкнутой системы строим ЛАЧХ и ЛФЧХ, а по функции замкнутой системы строим АФХ.

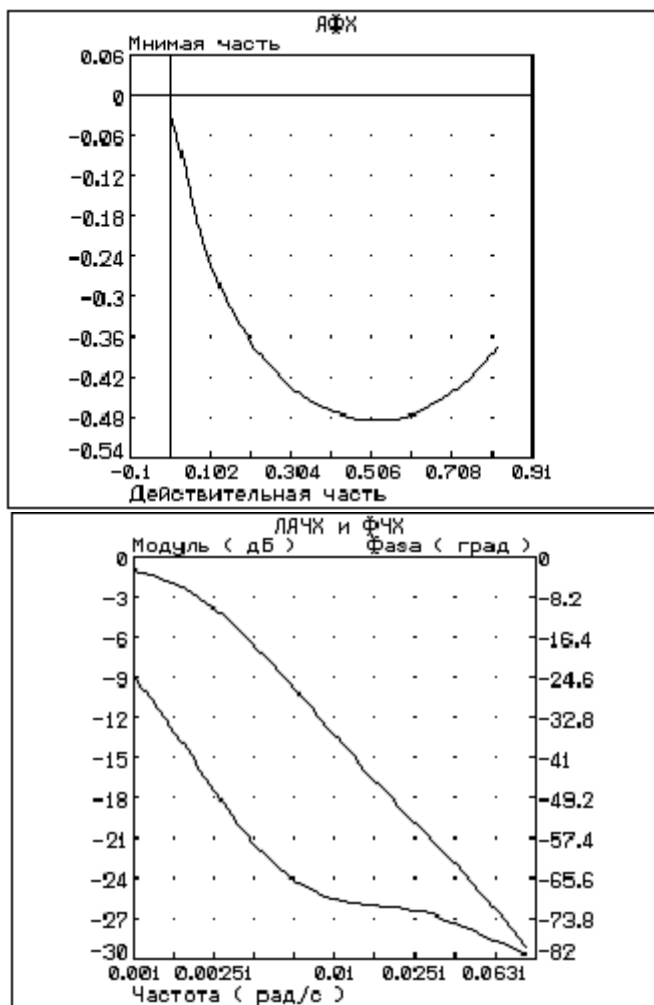


Рис 12. ЛАЧ и ЛФЧ при астатическом регулировании.

Частотные характеристики показывают, что система имеет запас устойчивости, как по амплитуде, так и по фазе, т.к. на частоте среза  $\omega_{ср}$  фаза  $< 180^\circ$  значит возможно использовать ПИ регулятор для САР температуры.

ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА
------	------	----------	---------	------



### 3 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Усилитель низкой частоты па3200 является высокотехнологичным оборудованием, которое всегда должно использоваться с соблюдением основных правил и норм охраны труда. Работа с данной аппаратурой требует от исполнителя полного внимания, а также соответствующих знаний и навыков.

В работе с усилителем па3200 необходимо регулярно проходить инструктаж и обучение. Перед началом работы с устройством необходимо убедиться, что оно находится в исправном состоянии и соответствует требованиям безопасности.

Для начала работы с усилителем па3200 необходимо использовать защитные средства, такие как защитные очки, резиновые перчатки и специальную униформу. Это поможет в случае возникновения непредвиденных ситуаций снизить риск получения травм.

Одной из важных мер безопасности является правильное подключение усилителя к сети питания. Перед началом работы необходимо тщательно изучить инструкции по подключению и настройке оборудования, чтобы избежать возможных аварийных ситуаций.

При работе с усилителем па3200 необходимо использовать специальные инструменты. Нельзя допускать работы с оборудованием при использовании несоответствующих инструментов или деталей, которые могут вызвать повреждения оборудования или угрожать безопасности работника.

В процессе работы с усилителем необходимо избегать работы в мокрых условиях, а также вблизи воды и других жидкостей. Данный усилитель предназначен только для работы в сухих помещениях.

Для безопасной работы с усилителем па3200 необходимо соблюдать все инструкции по использованию оборудования. При возникновении непредвиденных ситуаций необходимо сразу же прекратить работу и обращаться за помощью.

В заключение, использование усилителя низкой частоты па3200 требует тщательного соблюдения всех правил и норм охраны труда. Последовательное выполнение всех рекомендаций позволит сохранить здоровье работника и обеспечить безопасность работы с данным оборудованием.

Безопасность при работе с электрическим током

Электрический ток представляет угрозу здоровью и жизни. Всем известно, что высокое напряжение (от 45 вольт) может быть опасно. Однако меньшее напряжение при определенных условиях, например, влажности, плохом самочувствии, неудачном месте на теле, с которым произошел контакт проводника, тоже может причинить вред. По моей информации минимальное напряжение, которым когда либо убило человека, составляет всего 12 вольт.

Однако опасность удара электрическим током сильно зависит от траектории, по которой ток прошел по человеческому телу. Удар через пальцы одной руки даже очень большим напряжением практически безопасен. Удары от одной руки к

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		26

другой или от рук к ногам, проходящие через основные внутренние органы, в том числе сердце, очень опасны. В связи с этим есть техника, позволяющая свести опасность поражения электрическим током практически к нулю. Это ношение во время наладки или ремонта радиоэлектронных устройств на обеих руках заземленных браслетов. Мы все этим правилом обычно пренебрегаем, так как это довольно неудобно. Но может быть стоит немного поступиться комфортом для безопасности. Мой друг в таких браслетах попал под 3000 вольт. На всю жизнь у него остались шрамы от ожогов на пальце и под браслетом, но он остался жив. А если бы не браслеты, он наверняка был бы мертв. В любом случае, если вы ведете радиокружок для молодежи, заставляйте учащихся одевать браслеты. Вы ведь не хотите сидеть в тюрьме от того, что лабораторный блок питания пробьет 220 вольт на низковольтный провод.

Законченные электронные устройства должны исключать контакт пользователей с проводящими элементами, гальванически связанными с осветительной сетью. Популярные бестрансформаторные схемы питания лучше вообще не применять, а если вы их используете, убедитесь, что все элементы схемы надежно изолированы от внешнего мира. Видел однажды электрический термостат, питающийся бестрансформаторным источником, с выведенным металлическим терморезистором, корпус которого гальванически связан с сетью. Это ужасно.

Вообще сеть в радиоэлектронной лаборатории лучше развязать с осветительной с помощью мощного разделительного трансформатора 220 / 220 вольт. Такой трансформатор исключит возможность удара электрическим током между выводом сети и заземленными элементами (отоплением, водопроводом, влажным деревом и т.д.

Требования к устройствам, получающим питание от осветительной сети, в разных странах разнятся. Если вы собираете такие устройства, то ознакомьтесь со стандартами своей страны.

Ознакомьтесь с приемами оказания первой медицинской помощи. Старайтесь не работать в одиночестве, когда некому прийти на помощь в проблемных случаях.

Безопасность при работе с паяльным оборудованием

Большинство схем собирается посредством пайки. Сейчас есть целый ряд альтернативных технологий (например, накрутка, приклеивание). Но они не получили распространение при экспериментальном или штучном изготовлении радиоэлектронных устройств. Паяльник имеет высокую температуру и может вызвать ожог. На самом деле ожог небольших участков кожи не представляет опасности для жизни. Я точно не знаю ни одного электронщика, который бы ни разу не обжигался. Так что будьте осторожны, но не закливайтесь на этом.

Другое дело - глаза. Ожог глаз может привести к полной или частичной потере зрения. Так что берегите глаза. Не поднимайте паяльник высоко, не махайте им. Приучите себя к тому, что паяльник всегда, когда вы им не паяете, лежит на

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		27

подставке. Во время пайки одевайте очки. Особенно это важно, если вы разбираете схему. Вытягивающее усилие, которое вы прилагаете при этом, может привести к разбрызгиванию припоя, и он может попасть в глаза. Разбирая старый телевизор, я однажды получил в лицо целый залп расплавленного припоя. Хорошо, что был в очках. Брови, лоб, щеки - все это я обжог, но глаза остались в сохранности.

Используемые в радиотехнике реактивы также могут быть опасны для глаз и органов дыхания. Канифоль должна быть максимально чистой. Дым от хорошей канифоли конечно в некоторой степени токсичен и канцерогенен, но все же не очень опасен. Работая в проветриваемом помещении, вы сильно не навредите своему здоровью. Другое дело примеси в канифоли, а также специальные активные флюсы. Плохую канифоль лучше вообще не использовать, а активные флюсы надо применять на открытом воздухе.

#### Травление печатных плат

Для травления печатных плат применяется обычно хлорное железо. В процессе травления могут выделяться опасные газы. Травление нужно выполнять в помещениях, где отсутствуют люди, в вытяжных шкафах или на открытом воздухе.

Хлорное железо представляет опасность для глаз и кожи. Попадание на кожу приведет к сухости в месте контакта. Но будет достаточно просто промыть место большим количеством воды. Попадание в глаза нужно исключить. Пользуйтесь защитными очками или маской.

Конечно, не следует никакие реактивы употреблять внутрь, капать в глаза, нос и уши. Вы улыбаетесь, но я знаю случай ожога глаза активным флюсом, когда его просто закапали в глаз, спутав с глазными каплями. Храните всю посуду, лекарства, пищу и воду отдельно от реактивов, так, чтобы их не перепутать и исключить попадание одного в другое.

Отключение и подключение электрического оборудования требует соблюдения техники безопасности, чтобы избежать потенциальных опасностей. Вот некоторые из основных мер и рекомендаций, которые следует соблюдать при отключении и подключении электрического оборудования:

-отключите питание. Перед тем как начать отключение или подключение электрического оборудования, отключите питание, чтобы избежать поражения электрическим током. Отключение питания может быть выполнено, выниманием вилки из розетки, отключением цепи питания на электрической панели или посредством использования зажимной колодки.

-используйте изолирующие инструменты. Используйте инструменты с изолирующими ручками и никогда не подключайте или отключайте оборудование руками. Это поможет избежать поражения током, если случайно коснетесь открытого провода.

-используйте земляной провод. Проверьте, есть ли земляной провод на электрическом оборудовании, который вы собираетесь подключить. Это поможет избежать поражения током и защитить оборудование от электрических помех.

-работайте в сухом месте. Работайте только в сухом месте и не допускайте проникновения влаги в электрическое оборудование.

-убедитесь, что оборудование не подключено к питанию. Перед тем как начать работу на оборудовании, убедитесь, что оно не подключено к питанию.

-проверьте целостность проводов. Проверьте состояние проводов на разрывы, искрение и повреждения изоляции. Если вы обнаружили повреждения, немедленно замените провода.

-следите за температурой. Не перегревайте оборудование и не превышайте допустимую температуру, указанную производителем.

-следуйте инструкциям производителя. Всегда следуйте инструкциям производителя при подключении или отключении оборудования. Не выполняйте никаких действий, которые не указаны в инструкциях.

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		29

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте рассмотрены следующие вопросы; краткое описание технологического процесса и технологического оборудования и его взаимодействие;

Разработана функциональная схема автоматического регулирования. Получена передаточная функция и структурное преобразование схемы объекта управления. Построены частотные характеристики объекта управления.

Следует отметить, что данная вентиляционная система выполнена так, что в любой момент можно предотвратить аварию как вручную, так и автоматически, чему способствует ряд регулирующих, контролирующих и сигнализирующих устройств.

Выполнена разработка схемы контура регулирования заданным параметром.

На основании проведенных расчетов можно сказать, что подбор корректирующего устройства произведен, верно, и отвечает показателям качества системы с произведенной коррекцией.

Индустрия климата стремительно движется вперед, и каждый год, месяц, день в мире вырастает число людей, активно использующих кондиционеры и прогрессивные системы вентиляции. Человек всегда стремится создать вокруг себя комфортные условия: удобное кресло, хорошее освещение, благоприятный микроклимат. Надеемся, что наша работа поможет решить вам некоторые проблемы, связанные с выбором и расчетами оптимальной системы кондиционирования и вентиляционной системы.

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		30

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. И.Ю. Топчев «Атлас для проектирования САР»
2. В.С. Чистяков «Краткий справочник по теплотехническим измерениям»
3. Н.Н.Иващенко «Автоматическое регулирование»
4. В.В. Черенков «Промышленные приборы и средства автоматизации»

					АККП-270206 021.000 ПЗ	ЛИСТ
ИЗМ.	ЛИСТ	№ ДОКУМ.	ПОДПИСЬ	ДАТА		31