Курсовой проект

"Определение оптимальных настроечных параметров системы автоматического регулирования давления пара в котле"

**Введение**

В данной курсовой проекте производится расчет оптимальных настроечных параметров САР давления пара в котле. Также рассчитываются координаты точек САР на диаграмме Вышнеградского. Приводится описание САР и её основных частей

Практическая значимость данной работы:

– приобретение навыков самостоятельность анализ статики и динамики систем автоматического регулирования (САР);

– определение значений настроечных параметров автоматических регуляторов, обеспечивающих оптимальные режимы работы оборудования;

– изучение правил технического обслуживания автоматизированных систем.

**1.** **Автоматика главных котлов судов осуществляет регулирование параллельным воздействием на контур топлива и воздуха**

Главный регулятор 1, изодромный общий для котлов, преобразует импульс по давлению пара в главном паропроводе в командный импульс (давления воздух), поступающий к регулятором расхода топлива и воздуха каждого котла. В качестве вспомогательной энергии используется давление сжатого воздуха (2.1 кгс/см2). Чувствительный элемент – манометрическая трубка, свободный конец которой соединен рычагами с управляющим устройством 8 золотникового типа импульсного реле (рис 1). Жесткая обратная связь, выполнена, виде сильфона 9 и рычага (см. 7 на рис 1) на мембранный исполнительный механизм с топливорегулирующим клапаном (см. на рис 1), обеспечивая необходимый расход топлива. Блок управления, состоящий из переключающей станции и реле ручного управления, предназначен для перевода с автоматического на ручное дистанционное управление и корректирования распределения нагрузки между котлами.

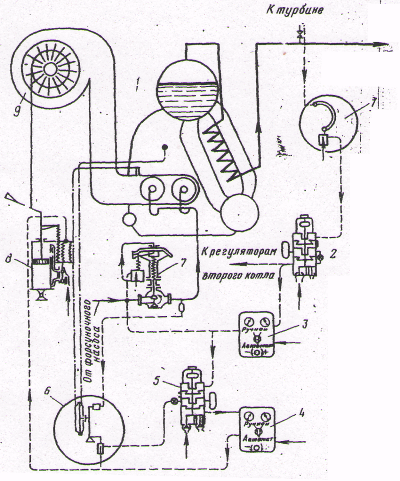


Рис. 1 пневматическая система «Бейли» автоматического регулирования процесса топливосжигания в котлах судов типа «Сергей Боткин», 1-главный редуктор; 2-изодром; 3-реле дистанционного управления расходом топлива; 4-реле дистанционного управления расходом воздуха; 5-суммирующее реле; 6-корректор соотношения – топливо-воздух; 7 – топливорегулирующий клапан; 8-сервомотор вентилятора; 9-котельный вентилятор

Исполнительный механизм изменяет открытие топливорегулирующего клапан в соответствии с давлением воздуха на мембрану. Позиционное реле создает дополнительное повышение и понижение давления воздуха над мембраной 2 соответственно при открытии и закрытии топливного клапан (для преодоления сил трения в момент страгивания).

Топливорегулирующий клапан закрывается при давления воздуха 0.35 кгс/ см2, что достигается изменением начального сжатия пружины 4 позиционного реле регулировочным винтом 6. Изменяя у число витков регулировочной пружины 1, втулка 5, устанавливают полное открытие клапана при давлении воздуха 1.75 кгс/ см2.

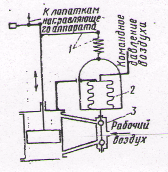
При остановки электродвигателя вентилятора, электромагнитный клапан 3 закрывает топливной клапан, соединяя мембрану с атмосферой. Для ручного управления клапаном предусмотрен маховик.

Регулирование расхода воздуха обеспечивается в соответствии с импульсами от главного регулятора и корректора соотношения топливо-воздух 6 (см. рис. 1) поступающими на суммирующее реле 5, которое воздействует на позиционер поршневого сервомотора 8 лопатка направляющего аппарата на всасывающей стороне вентилятора.

Суммирующее реле отличается от изодром 2 (см. рис1) тем что здесь камеры С и Л не соединены между собой дросселем. Импульс от главного регулятора поступает в камеру Л, а от корректора – в камеру С через дроссель. Блок управления 4 (см. рис. 1) сервомотором воздуха предназначен для перевода с автоматического регулировании на ручное дистанционное управление. При автоматического регулировании расход воздуха корректируется воздействием на пружину реле ручного управления.

Позиционер сервомотора вентилятора (см. рис. 1) имеет сильфон 2 – верхнее донышко которого закреплено, жестко и неподвижно. На управляющее устройство 3 усилителя воздействует жесткая обратная связь состоящая из рычага и пружины. Она обеспечивает определенное положение направляющего аппарата вентилятора в соответствии с давлением воздуха, подводимого к сильфоне от блока управления. Изменение давления воздуха в сильфоне от 0.35 до 1.75 кгс/ см2 обеспечивает полное перемещение поршня сервомотора. Величина хода поршня в зависимости от необходимого перемещения регулирующего органа меняется при изменении натяжения пружины и числа ее рабочих винтов.

Корректор (см. рис. 2) обеспечивает заданное соотношение между расходом топлив и воздуха. При отклонении коэффициента избытка воздуха от заданного командное давление воздуха после реле 4



Сервомотор 1 вентилятора изменяется сравнительно с его оптимальным значением 1.05 кгс/ см2. Чтобы изменит соотношение расхода топлива и воздуха вращают маховик Л, соединенный цепью с роликом задачка 5.

Настройка корректор. При двух нагрузках котла устанавливают оптимальной коэффициент избытка воздуха и определяют и в топке. По результатами замеров на графике (рис. 3) наносят точки Л, В (Е, D), через которые проводят прямую. Если линия проходит через начало координат значит пересекает горизонтальную (вертикальную) ось, то через начало координат проводят линию, параллельную АВ (ЕD), определяют необходимое положение указателя корректора (см. рис. 3) – 5.3 (5.05) и устанавливают.

При заданном давлении пара давление командного воздуха после золотника равно 1.05 кгс/ см2. При отклонении давление пара от заданной величине пропорционально изменяется давление командного воздуха в пределах 0.35–1.75. ведущие рычаги 2 укреплены на секторе 5, который можно повернуть относительно оси и зафиксировать на пластине 6 винтом 7 в одной из четырех позиций (а, б, в, г). Если сектор закреплен в отверстиях виг (как на рис. 3, что соответствует реле корректора соотношения), золотник от тяги, передвигаются в одном направлении, а если в отверстиях в разных направлениях (реле главного регулятора).

Задающее устройство состоит из шестерни, при вращение которой пластина 6 поворачивается относительно оси S. При этом изменяется расположение рычагов, соединяющих тягу со штоком золотникового управляющего устройство 8.

Изодром (рис. 3) камеры А и В и камеры С и Д разделены сильфонами 8 и 5, а камеры Д и С отделены от атмосферы уплотнительными сильфонами 9 и 2. Сильфоны связаны между собой штоком 10, верхной конец которого соединен с плоской пружиной II, а нижний – с коромыслом 6, управляющим клапаном 5 подвода рабочего воздуха в камеру Д и клапаном 4 – сброса из нее воздух в атмосферу. Камера Д соединена с управляющим устройством главного регулятора, камера В- с атмосферой, камера С-с герметичным баллоном 7 и с камерой Д через дроссель1. Из камеры Д воздух поступает к регуляторам расхода топлива и воздуха. При равновесном состоянии изодрома давление воздуха в камере Д равно 1.05 кгс/ см2, а в камерах С и Д давление одинаково соответствует нагрузке котла.

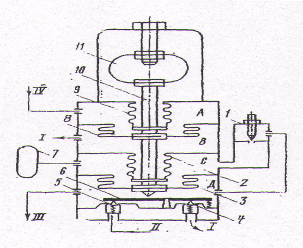


Рис. 3. импульсное реле: 1-панель; 2-ведущие рычаги; 3и4 – ось; 5-сектор; 6-пластина; 7-винт; 8-золотниковый усилитель; 9 – сильфон; 10-движок; 11 – рычаг обратной связи; I-командное давление сжатого воздуха к другим регуляторам; II-сжатый воздух р=2.1

Главный редуктор поддерживает давление в паропроводе постоянным независимо от нагрузки котла. Грубая настройка коэффициента неравномерности главного редуктора регулятора осуществляется поворотом сектора 5, а тонкая – движком 10 (см. рис 3). Время изодрома устанавливается дросселем.

Регулирование расхода топлив командный импульс главного редуктора воздействует через блок управления S; его против этого деления шкалы 3. Затем при атмосферном давлении в полостях мембраны и давлении 4.8 кгс/ см2 на сильфон, соответствующем точек С (перепад давлений на мембрану, соответствующей точке 40 мм вод. ст. и атмосферному давление в корпусе сильфона) поворачивают маховик С или В так, чтобы давление воздуха после командно усилительного устройства составляло 1.05 кгс/ см2.

**2 График переходной функции разомкнутой САР, расчет коэффициентов усиления**

Коэффициент усиления объекта по внешнему воздействию необходим для составления выражения передаточной функции замкнутой САР. Следует вспомнить, что этот коэффициент представляет собой отношение статических изменений регулируемой величины и внешнего воздействие на объект; он равен угловому коэффициенту касательной к кривой, выражающей зависимость регулируемой величины от нагрузки.



Для расчетов удобнее иметь дело с безразмерными значениями этого коэффициента, т. к. предстоят расчеты по эмпирическим формулами и анализ качества регулирования по диаграмме Вышнеградского.

Определение коэффициента усиления по регулирующему воздействию производится по ординате асимптоты переходной функции. Следует учесть, что рассматривается переходная функция не объекта, но разомкнутой системы, состоящей из трех элементов: сервомотора, объекта и измерителя. поэтому и коэффициент усиления по регулирующему воздействию (посредством которого сообщается возмущение, необходимое для получения переходной функции), подсчитанный, как отношение ординаты асимптоты к возмущению, выражает усиление для всей этой разомкнутой системы.

График переходной функции разомкнутой САР характеризует динамические свойства САР.

Ступенчатое воздействие на эту систему – изменение пневматическое сигнал на входе сервомотора, а её выходная величина – изменение во времени показаний приборы регистрирующего давление пара.

График переходной функции САР также необходима для последней операции аппроксимирования.

Коэффициент усиления по регулирующему воздействию.



Исходные данные

Входное воздействие



Интервал времени



Автоматическое регулирования давления пара коле.

Объектом регулирования рассматриваемой САР является паровой водотрубный котёл, а регулируемым параметром – давление пара, номинальная величина которого равна 2500 кПа. Измеритель давления пара и регулятора, выработанный сигнал управления по ПИ закону скомпонованы вмести как видно из рисунка.

Управляемый сигнал регулятора подаётся на вход сервомотора блока, регулирующий подачу топлива и воздух к форсункам котла. Система регулирования пневматическая, рабочий диапазон сигнала на выходе регулятора (50–250) кПа. Динамические свойства рассматриваемой САР характеризуется переходной функцией разомкнутой системы образующейся из контура регулирования после отключения регулятора. Ступенчатое воздействие на эту систему – изменение пневматического сигнала

на входе сервомотора, а её переходная функция – измерение во времени давления пара на выходе из котла зафиксированные через равные промежутки времени значения P(t) в кПа выражается следующим рядом цифр 2500,2505, 2525, 2545, 2565, 2582, 2600, 2615, 2625,2640



Первая цифра этого ряда соответствует моменту t=0 начала отсчета и подаче входного воздействия сервомотора. Величина входного ступенчатого воздействия и интервала времени между ординатами переходной функции выбирается по таблице. Изменение топливоподачи к форсунке котла прямо пропорционально перемещению сервомотора. Изменение КПД котла в переходном процессе пренебречь.



**3. Аппроксимирование переходной функции разомкнутой САР**

Приступая к аппроксимированию необходимо провести к полученной кривой касательную к точке перегиба. При аппроксимировании переходной функции за величину запаздывания z принимают отрезок началом координат и точкой пересечения касательной с осью абсцисс. Постоянную времени – по расчету, сведённому в таблицу 2.



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Время  t, c | Характеристика | | | | | | |
| Давление пара на выходе  Р, кПа | Откло-нение давле-ния пара  ∆Р, кПа | Ординаты ∆Р переходной функции опр-й по гр. для оси | Безразмерное отклонение на единицу входного воздействия, U |  |  |  |
| 0 | 2500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 2505 | 5 | 18 | 0.06 | 0.062 | 1.55 | 625 |
| 50 | 2525 | 25 | 38 | 0.12 | 0.128 | 6.40 | 2500 |
| 75 | 2545 | 45 | 60 | 0.19 | 0.211 | 15.8 | 5625 |
| 100 | 2565 | 65 | 75 | 0.24 | 0.274 | 27.4 | 10000 |
| 125 | 2582 | 82 | 95 | 0.30 | 0.357 | 44.6 | 15625 |
| 150 | 2600 | 100 | 115 | 0.37 | 0.462 | 69.3 | 22500 |
| 175 | 2615 | 115 | 130 | 0.42 | 0.545 | 95.4 | 30625 |
| 200 | 2625 | 125 | 138 | 0.44 | 0.580 | 116 | 40000 |
| 225 | 2640 | 140 | 144 | 0.46 | 0.616 | 139 | 50625 |
| ∑ |  |  |  |  |  | 515 | 178125 |

∆Р – ордината переходной функции, определяется по графику для оси времени



U – безразмерное отклонение на единицу входного воздействия:



где – величина ступенчатого воздействия на вход сермомотора (в безразмерной форме).



;



В соответствии с графиком, построенным по данным второй строки таблицы 2 z=10c

; ;



; ; z=16c;



Таким образом, определены все коэффициенты в выражении для передаточной функции разомкнутой системы:

– без учета коэффициент передачи;



Передаточная функция ПИ регулятора:



где s – преобразователь Лапласа.

**4 Вычисление настроечных параметров и оптимальных соответственно квадратичной интервальной оценки**



по формуле 198



Коэффициент А, В, C, в D формулах для интегрального квадратичного

критерия выбираются по таблице 9 из {1}

; В=0.959; С=2.033; D=0.739



; 24.9

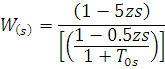


Принимаем 25;



**5. Представление передаточной функции объекта линейным двуъёмкостным звеном и составление выражение для передаточной функции замкнутой САР**

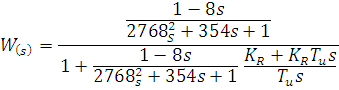
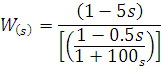
Чтобы воспользоваться диаграммой Вышнеградского для анализа регулирования вычисленных параметрах настройки, звено с запаздыванием, соответствующее передаточной функции, следует преобразовать в линейное звено. Такое преобразование может быть выполнено с удовлетворительной степенью точности на основании аппроксимации Падда:



Передаточная функция замкнутой системы:



Подставляя численные значения, получим:



Составляем характеристическое уравнение:



Коэффициент характеристического уравнения:

; ; ;



6 Расчет координат точек на диаграмме Вышнеградского, соответствующих оптимальным и смещённым значениями настроечных параметров регулятора

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Настроечные параметры | | Коэффициенты характеристического уравнения | | | | Координаты точек диаграмме Вышнеградского | |
| КR | Tu | a0 | a1 | a2 | a3 |  |  |
| Оптимал. значение | 25 | 73 | 202064 | 11242 | 1698 | 25 | 1.12 | 3.38 |
| Усиление завышено | 37.5 | 73 | 202064 | 3942 | 2510 | 37.5 | 0.342 | 3.82 |
| Усиление занижено | 12.5 | 73 | 202064 | 18542 | 886 | 12.5 | 2.32 | 2.80 |
| u завышено | 25 | 182.5 | 505160 | 28105 | 4545 | 25 | 1.52 | 6.67 |
| Тu занижено | 25 | 36.5 | 101032 | 5621 | 749 | 25 | 0.89 | 1.88 |

**Заключение**

Приведённая система автоматического регулирования предназначена для регулирования давления пара в котле.

Эта САР выполняет все необходимые требования по регулированию вязкости.

Во время разработки САР мною было получено:

– приобретение навыков самостоятельного статики и динамики систем автоматического регулирования;

– определение значений настроечный параметров автоматических регуляторов, обеспечивающих оптимальные режимы работы оборудования;

– изучение правил технического обслуживания автоматизированных систем.

В связи с погрешностями, допущенными как при эксперименте, так и при обработке экспериментальных данных, рассчитанные оптимальные настроечные параметры могут не удовлетворять требуемому качеству подачи пара. Для того, чтобы облегчить настройку САР была рассчитана область, в которой будут находится действительные оптимальные настроечные параметры.

**Список использованных источников**

1. Сыромятников В.Ф. «Основы автоматики и комплексная автоматизация судовых пароэнергетических установок» – М.: Транспорт, 1983/-312c
2. Печененко В.И., Кузьминых Г.В. «Основы автоматики и комплексная автоматизация судовых пароэнергетических установок» – М.: Транспорт, 1979/-264c
3. Методические указания по выполнению курсовых работ на тему: «Определение оптимальных настроечных параметров системы автоматического регулирования» по дисциплине «Основы автоматики и комплексная автоматизация судовых пароэнергетических установок». Под ред. Сыромятников В.Ф. Л. 1984