**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСТРОЕК РЕГУЛЯТОРА МЕТОДОМ НЕЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ**

Цель работы

Целью работы является освоение методов расчета оптимальных или приемлемых («хороших») настроек регулятора заданной структуры.

Постановка задачи

Для определения настроек регулятора заданной структуры разработано большое число расчетных методов, часть из которых являются точными, но трудоемкими, другие обеспечивают нахождение приближенных настроек, но удобны и просты в применении (не требуют сложных и объемных расчетов). Один из приближенных методов – метод незатухающих колебаний.

Необходимо:

1. Определить передаточную функцию объекта.

2. Найти критическую частоту ωкр и критическую настройку С1кр П – регулятора, при которой в замкнутой системе возникают незатухающие колебания.

3. Определить по С1кр настройки регуляторов.

4. Сравнить полученные настройки со значениями, полученными по приближенным формулам.

Сведения из теории

Одноконтурная САР, структурная схема которой показана на рис. 9, после размыкания контура обратной связи может быть представлена в виде, изображенном на рис. 10.

Wоб(p)

Wр(p)

x

y

y0

**Рис. 9.** Структурная схема замкнутой САР.

Wр(p)

Wоб(p)

y

y0

**Рис. 10.** Структурная схема разомкнутой САР.

Согласно критерию устойчивости Найквиста, если амплитудно-фазовая характеристика устойчивой разомкнутой САР не охватывает точку с координатами (-1,i0), то замкнутая САР будет устойчива. Если амплитудно-фазовая характеристика устойчивой разомкнутой САР охватывает точку с координатами (-1,i0), то замкнутая САР будет неустойчива. Если амплитудно-фазовая характеристика устойчивой разомкнутой САР проходит при некоторой частоте ω через точку (-1,i0), то замкнутая САР будет находиться на границе устойчивости и пара корней ее характеристического уравнения окажется на мнимой оси (остальные корни – слева от мнимой оси).

Т.е. существует такое значение коэффициента передачи П – регулятора С1кр, при котором годограф АФХ разомкнутой системы будет проходить через точку (-1,i0), как показано на рис. 11. пунктирной линией. Сплошной линией показан годограф АФХ разомкнутой системы, соответствующий устойчивой замкнутой САР.

С<С1кр

С=С1кр

-1

U

iV

**Рис. 11.** Годограф АФХ разомкнутой системы.

1. *Определение критической частоты и критической настройки.*

Для того, чтобы определить эту критическую настройку С1кр, запишем условие прохождения годографа АФХ через точку (-1,i0):

Wраз(iω) = -1, (7)

что соответствует двум уравнениям:

Араз(ω) = 1 и φраз(ω) = -π. (2)

Учитывая, что Wраз(iω) = Wоб(iω)\*Wр(iω), получаем

Аоб(ω)\*Ар(ω) = 1, (8)

φоб(ω) + φр(ω) = -π. (9)

Передаточная функция П – регулятора:

Wр(p) = C1, где С1 – настроечный параметр регулятора, коэффициент передачи.

Частотные характеристики: Wр(iω) = C1; Ар(ω) = С1; φр(ω) = 0.

Подставив эти значения в формулы (8) и (9) получим систему уравнений:

 (10)

С1 в данном случае и будет критическая настройка С1кр.

Из второго уравнения находим значение ωкр, затем из первого – значение С1кр по формуле: С1кр = 1/Аоб(ωкр).

1. *Определение настроек регуляторов*

Расчет настроек регуляторов по ωкр и С1кр осуществляется по следующим формулам:

П – регулятор: С1\* = 0.5С1кр

ПИ – регулятор: С1\* = 0.45С1кр; С0\* = 0.08С1кр ωкр

ПИД – регулятор С1\* = 0.6С1кр; С0\* = 0.2С1крωкр; С2\* = 0.468С1кр/ωкр

1. *Определение настроек регулятора по приближенным формулам*

 В практике автоматизации объектов управления достаточно часто находятся настройки П-, ПИ-, ПИД- регуляторов по приближенным формулам, зависящим от некоторых характерных параметров динамики объекта: времени запаздывания τ, постоянной времени Т, коэффициента усиления k. Такие настройки вычисляются по формулам:

П – регулятор: С1 = 0.9Т(kτ)-1

ПИ – регулятор: С1 = Т(kτ)-1; С0 = (kτ)-1

ПИД – регулятор С1 = 1.4Т(kτ)-1; С0 = С1(1.3τ)-1; С2\* = 0.5С1τ

Найденные настройки обеспечивают устойчивый переходный процесс и незначительно отличаются от настроек, полученных с помощью критического параметра С1кр.

Последовательность выполнения работы.

1. По графику кривой разгона определить параметры передаточной функции объекта.
2. С помощью критерия Найквиста определить критическую настройку регулятора, при которой замкнутая система будет находиться на границе устойчивости.
3. Рассчитать оптимальные настроечные параметры П-, ПИ-, ПИД - регуляторов.
4. Найти значения настроечных параметров по приближенным формулам.
5. Запустить систему Matlab.
6. Получить передаточную функцию замкнутой системы, состоящую из объекта и П – регулятора с настроечным параметром, равным С1кр.
7. Получить передаточную функцию замкнутой системы, состоящую из объекта и П – регулятора с настроечным параметром, равным С1\*.
8. С помощью команды step построить графики переходных процессов для обоих случаев.

Методический пример.

1. Дана кривая разгона объекта, соответствующая апериодическому звену первого порядка с запаздыванием:

у

t

τ

Т

К

у0

у1

Касательная в точке перегиба

Точка перегиба

 Передаточная функция объекта имеет вид:

.

Параметры передаточной функции определяются так, как показано на рисунке.

2. Определяем частотные характеристики объекта:



Полученные частотные характеристики объекта подставляем в систему уравнений:

.

Из второго уравнения вычисляется значение критической частоты, которое затем подставляется в первое для нахождения критической настройки С1кр.

3. По формулам вычисляем оптимальные настроечные параметры для основных типов промышленных регуляторов.

1. Эти же настроечные параметры определяем по приближенным формулам.

5. Создадим LTI-объект с именем w. Передаточная функция объекта имеет вид: . Сначала мы приведем ее к такому виду, чтобы числитель и знаменатель имели вид алгебраических полиномов. Для этого воспользуемся аппроксимацией  с помощью функции pade: [num,den]=pade(τ,n).

Например, предположим, что τ = 1с и мы хотим получить аппроксимацию, соответствующую n = 2. применение функции pade дает результат:

[num,den]=pade(1,2)

num =

 1 -6 12

den =

 1 6 12

>> z=tf([num],[den])

 Transfer function:

s^2 - 6 s + 12

--------------

s^2 + 6 s + 12,

что соответствует

 .

Теперь определим передаточную функцию объекта без запаздывания:

>> w0=tf([k],[T,1]), где вместо k и T подставляем свои значения.

Результирующая передаточная функция определится как:

>> w=w0\*z,

что соответствует

.

6. Передаточную функцию разомкнутой системы w1 найдем, перемножив передаточные функции объекта и регулятора.

7. Передаточную функцию замкнутой системы w2 определим с помощью команды feedback.

Графики переходных процессов, соответствующие устойчивой системе с оптимальным коэффициентом настройки и системе, находящейся на границе устойчивости, получим с помощью команды step:



Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличие «хороших» («приемлемых») настроек от оптимальных?
2. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста для устойчивых разомкнутых систем.
3. Укажите последовательность расчета настроек методом незатухающих колебаний.
4. Можно ли определить экспериментально настройки АСР методом незатухающих колебаний (не имея передаточной функции ТОУ)?
5. Как передаточная функция объекта с запаздыванием приводится к отношению двух полиномов в системе matlab.