

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Кафедра химических технологий

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ РАБОТ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»
для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению
18.03.01 «Химическая технология»

Владимир 2016

Данные методические указания включают рекомендации по содержанию и выполнению курсовых работ по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» для студентов направления 18.03.01. «Химическая технология» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.03.01. «Химическая технология», рабочей программы дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами»

Рассмотрены и одобрены на
заседании УМК направления
18.03.01 «Химическая технология»
Протокол №1 от 5.09.2016 г.

Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ

**Методические рекомендации для студентов по выполнению курсовых работ при
изучении дисциплины
«Системы управления химико-технологическими процессами»**

Темы курсовых работ выдаются индивидуально каждому студенту. Все расчеты при выполнении КР проводятся на ЭВМ в приложении Simulink системы Matlab.

Цель и задачи выполнения курсовой работы: расчет автоматической системы регулирования (АСР). При расчете систем регулирования анализ и синтез проводят с использованием передаточных функций звеньев, входящих в систему.

Задачами расчета автоматической системы регулирования (АСР) являются выбор структурной схемы АСР, регулятора по закону регулирования и расчет его оптимальных параметров настроек, обеспечивающих заданные значения показателей качества регулирования. Показатели качества регулирования определяются из графиков переходных процессов в замкнутой АСР и зависят от статических и динамических свойств системы в целом. В свою очередь, эти свойства зависят от свойств элементов, входящих в систему регулирования. [1]

Любая замкнутая АСР включает в себя следующие элементы:

- автоматический регулятор;
- регулируемый орган;
- датчик;
- собственно объект регулирования.

Поскольку объект регулирования есть неизменная часть системы, а датчики и автоматические регулирующие органы являются достаточно жесткими конструкциями (статические и динамические характеристики их считают известными по номенклатурным справочникам заводов-изготовителей), то добиться нужных значений показателей качества регулирования можно соответствующим выбором автоматического регулятора. Отсюда следует, что расчет АСР включает в себя следующих задач:

- изучение технологического процесса как объекта управления, т.е. определение параметров регулирования, управляющих воздействий, возмущающих воздействий и установление взаимосвязи между этими параметрами;
- определение статических и динамических характеристик объекта управления: коэффициента передачи объекта K_0 , полного времени запаздывания $\tau_{зп}$ и постоянного времени объекта управления T_0 ;
- выбор структурной схемы АСР (одноконтурная или многоконтурная);

- выбор автоматического регулятора по закону регулирования, расчет параметров настроек регулятора, обеспечивающих необходимое качество регулирования.

Порядок выполнения курсовой работы.

1. По заданным передаточным функциям эквивалентного объекта регулирования (ЭОР) и постоянным времени звеньев рассчитывается кривая разгона ЭОР. По полученной кривой разгона определяются эффективные динамические характеристики: $t_{\text{зап}}$ - время, в течение которого выходной параметр достигнет максимальной скорости изменения. T_0 - время, в течении которого выходной параметр достигнет установившегося значения, если бы изменение его во времени протекало с максимальной скоростью. T_{95} - время, в течение которого выходной параметр изменился на 95% от установившегося значения. [3].
2. Рассчитать по найденным динамическим характеристикам ЭОР параметры настройки заданного регулятора, обеспечивающие заданные показатели качества регулирования. При найденных значениях параметров настройки автоматического регулятора, рассчитать переходный процесс в замкнутой АСР и по нему определить все показатели качества регулирования.
3. Вывести уравнения для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР. Построить графики АЧХ, ФЧХ и годографа. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе.

Примечание. Пояснительная записка начинается с введения, где дается краткое описание объекта регулирования и для чего необходимо регулировать данный параметр. Каждый расчетный раздел должен сопровождаться теоретическим введением по данному вопросу.

Предлагаемые темы курсовых работ

ТЕМА 1. Рассчитать АСР уровня сыпучего материала в загрузочном бункере

Исходные данные:

1. Материал в бункер подается пневмотранспортом. Передаточная функция соответствует звену чистого запаздывания $W_3(p) = e^{-pt_z}$, $t_z = 30$ с.
2. Математическое описание бункера в виде передаточной функции апериодического звена первого порядка.

$$W_0(p) = \frac{1}{T_0 p + 1},$$

$T_0 = 150$ с – постоянная времени .

3. Математическое описание регулирующего органа соответствует аperiodическому звену первого порядка

$$W_0(p) = \frac{K_{po}}{(T_{po}p + 1)}, \text{ при } K_{po}=1, T_{po} = 40 \text{ с}$$

4. Тип регулятора – пропорционально-интегральный с передаточной функцией вида

$$W_p(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_u p}\right).$$

Разработать:

1. S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.
2. S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Кривую разгона эквивалентного объекта управления. Найти его эффективные динамические характеристики.
2. Вывести уравнения для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. Параметры настройки ПИ-регулятора K_p и T_n рассчитать на основе метода Такохаши, при которых динамическая ошибка составляет 0.15.
4. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе.

Графическая часть:

1. Структурная схема АСР.
2. Кривая разгона ОУ, графики АЧХ, ФЧХ и годограф разомкнутой АСР
3. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 2. Рассчитать АСР уровня сыпучего материала в загрузочном бункере

Исходные данные:

1. Материал в бункер подается пневмотранспортом. Передаточная функция

соответствует звену чистого запаздывания $W_3(p) = e^{-pt_z}, t_z = 20 \text{ с}.$

2. Математическое описание бункера в виде передаточной функции

$$W_0(p) = \frac{1}{T_0 p + 1},$$

$T_0 = 150$ с – постоянная разгона .

3. Математическое описание регулирующего органа соответствует апериодическому звену первого порядка

$$W_0(p) = \frac{K_{po}}{(T_{po} p + 1)},$$

при $K_{po}=1$, $T_{po} = 20$ с

4. Тип регулятора – пропорциональный с передаточной функ-

цией вида $W_p(p) = K_p$

Разработать:

1.S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.

2.S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.

3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Кривую разгона эквивалентного объекта управления. Найти его эффективные динамические характеристики.
2. Вывести уравнения для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. Параметр настройки П-регулятора K_p методом Такохаши, при котором динамическая ошибка составляет 0.2.
4. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе.

Графическая часть:

1. Структурная схема АСР.
2. S-диаграммы
3. Кривая разгона ОУ, графики АЧХ, ФЧХ и годограф разомкнутой АСР
4. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 3. Рассчитать АСР уровня сыпучего материала в загрузочном бункере

Исходные данные:

1. Материал в бункер подается пневмотранспортом. Передаточная функция соответствует звену чистого запаздывания $W_3(p) = e^{-pt_z}$ $t_z = 35$ с.

2. Математическое описание бункера в виде передаточной функции $W_0(p) = \frac{1}{T_0 p + 1}$,
 $T_0 = 100$ с – постоянная разгона .

3. Математическое описание регулирующего органа соответствует апериодическому звену

первого порядка $W_0(p) = \frac{K_{po}}{(T_{po} p + 1)}$,

при $K_{po}=1$, $T_{po} = 50$ с

4. Тип регулятора – пропорционально-интегральный

$$W_p(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_u p}\right)$$

Разработать:

1. S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.
2. S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным АР

Рассчитать:

1. Кривую разгона эквивалентного объекта управления. Найти его эффективные динамические характеристики.
2. Вывести уравнения для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. Параметры настройки ПД-регулятора, при которых степень затухания составляет 0.75...0.8.
4. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе.

Графическая часть:

1. Структурная схема АСР.
2. Кривая разгона ОУ, графики АЧХ и ФЧХ, годограф разомкнутой АСР
3. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 4. Рассчитать АСР давления в автоклаве с П-регулятором

Исходные данные:

1. Математическое описание автоклава как объекта регулирования давления

описывается передаточной функцией вида:
$$W_0(p) = \frac{K_o}{(T_o p + 1)}$$
, где $K_o = 1$, $T_o = 60$
 s – постоянная времени ОУ.

2. Математическое описание датчика давления в виде передаточной функции:

$$W_\delta(p) = \frac{K_\delta}{(T_\delta p + 1)}, \text{ где } K_\delta = 1, \quad T_\delta = 5 \text{ с}$$

3. Математическое описание регулирующего органа:

$$W_{po}(p) = \frac{1}{T_{po} p + 1}, \text{ где } T_{po} = 6,3 \text{ с} - \text{ постоянная времени рег. органа}$$

4. Тип регулятора – пропорциональный с передаточной функцией вида
$$W_p(p) = K_p.$$

Разработать:

1. S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.
2. S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР
3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Кривую разгона эквивалентного объекта управления. Найти его эффективные динамические характеристики.
2. Вывести уравнения для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР
3. Параметр настройки П-регулятора K_p , при котором статическая ошибка составляет 0.1.
4. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе

Графическая часть:

1. Структурная схема АСР.
2. S-диаграммы
3. Кривая разгона ОУ, графики АЧХ и ФЧХ, годограф разомкнутой АСР
4. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка

ТЕМА 5. Рассчитать АСР давления в автоклаве с ПД-регулятором

Исходные данные:

1. Математическое описание автоклава как объекта регулирования давления описывается

передаточной функцией вида:

$$W_0(p) = \frac{K_o}{(T_o p + 1)}, \text{ где } K_o = 1, \quad T_o = 60 \text{ с} - \text{ постоянная времени ОУ.}$$

2. Математическое описание датчика давления в виде передаточной функции:

$$W_\delta(p) = \frac{K_\delta}{(T_\delta p + 1)}, \text{ где } K_\delta = 1, \quad T_\delta = 5 \text{ с}$$

3. Математическое описание регулирующего органа:

$$W_{po}(p) = \frac{1}{T_{po} p + 1}, \text{ где } T_{po} = 6,3 \text{ с} - \text{ постоянная времени рег. органа}$$

4. Тип регулятора – пропорционально-дифференциальный с передаточной функцией

вида

$$W_p(p) = K_p(1 + T_{np}p)$$

Разработать:

1. S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.

2. S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР (для дневной формы обучения).

3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Кривую разгона эквивалентного объекта управления. Найти его эффективные динамические характеристики.
2. Вывести уравнения для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР (для дневной формы обучения).
3. Параметры настройки ПД-регулятора K_p и T_{np} , при которых статическая ошибка составляет 0.1.
4. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе (для дневной формы обучения).

Графическая часть:

1. Структурная схема АСР.
2. Функциональная схема АСР

3. S-диаграммы
4. Кривая разгона ОУ
5. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка

ТЕМА 6. Рассчитать АСР давления в автоклаве с ПИД-регулятором

Исходные данные:

1. Математическое описание автоклава как объекта регулирования давления описывается

передаточной функцией вида:
$$W_0(p) = \frac{K_o}{(T_o p + 1)}$$
, где $K_o = 1$, $T_o = 60$ с – постоянная времени ОУ.

2. Математическое описание датчика давления в виде передаточной функции:

$$W_\delta(p) = \frac{K_\delta}{(T_\delta p + 1)}$$
, где $K_\delta = 1$, $T_\delta = 5$ с

3. Математическое описание регулирующего органа:

$$W_{po}(p) = \frac{1}{T_{po} p + 1}$$
, где $T_{po} = 6,3$ с – постоянная времени рег. органа

4. Тип регулятора – пропорционально-интегрально-дифференциальный с передаточной

функцией вида
$$W_p(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i p} + T_{dp} \right)$$
.

Разработать:

1. S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.
2. S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР (для дневной формы обучения).
3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Кривую разгона эквивалентного объекта управления. Найти его эффективные динамические характеристики.
2. Вывести уравнения для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР (для дневной формы обучения).

3. Параметры настройки ПИД-регулятора K_p , T_i и T_{pr} рассчитать на основе метода Тахохаши, при которых динамическая ошибка составляет 0.15.
4. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе(для дневной формы обучения).

Графическая часть:

1. Структурная схема АСР.
2. Функциональная схема АСР
3. S-диаграммы
4. Кривая разгона ОУ
5. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка

ТЕМА 7. Рассчитать АСР температуры в печи нагрева

Исходные данные:

1.Экспериментальная кривая разгона для заданной тепловой зоны

τ , мин	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
$T^\circ C$	20	20	21	26	36	50.6	66.4	81.2	93	102.5
τ , мин	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
$T^\circ C$	109	113.3	116	118	119	119.3	119.6	119.8	119.9	120

2.Тип регулятора – пропорциональный с передаточной функцией вида $W_p(p) = K_p$.

Разработать:

- 1.Matlab-программу для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.
- 2.S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Число дифференциальных уравнений, описывающих объект управления по экспериментальной кривой разгона.
2. Параметры настройки П-регулятора, обеспечивающие статическую ошибку 0.1.
3. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
4. Вывести уравнения для расчета АЧХ, ФЧХ разомкнутой АСР.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе.

Графическая часть:

1. Структурная схема АСР.
2. S-диаграммы
3. Кривая разгона ОУ, графики АЧХ и ФЧХ, годограф разомкнутой АСР.
4. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 8. Рассчитать АСР температуры в печи нагрева

Исходные данные:

1. Экспериментальная кривая разгона для заданной тепловой зоны

τ, мин	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
T° C	20	20	21	26	36	50.6	66.4	81.2	93	102.5
τ, мин	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
T° C	109	113.3	116	118	119	119.3	119.6	119.8	119.9	120

2. Тип регулятора – пропорционально-интегрально-дифференциальный с передаточной функцией вида

$$W_p(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_e \delta} + T_d \delta \right)$$

Разработать:

1. Matlab-программу для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.
2. S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.

3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Число дифференциальных уравнений, описывающих объект управления по экспериментальной кривой разгона.
2. Параметры настройки ПИД- регулятора, обеспечивающие заданную степень затухания 0,7-0,75
3. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
4. Вывести уравнения для расчета АЧХ, ФЧХ разомкнутой АСР.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе.

Графическая часть:

1. Структурная схема АСР.
2. Кривая разгона ОУ, годограф разомкнутой АСР.
3. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 9. Рассчитать АСР температуры в прессформе с электрообогревом

Исходные данные:

1. Математическое описание эквивалентного объекта управления в виде передаточной функции имеет вид:

$$W_0(p) = \frac{K_0}{(T_{01}p + 1)(T_{02}p + 1)(T_{03}p + 1)},$$

где K_0 – коэффициент передачи ОУ, $K_0 = 1$,

T_{01}, T_{02}, T_{03} – постоянные времени: $T_{01} = 20\text{с}$, $T_{02} = 20\text{с}$, $T_{03} = 20\text{с}$.

2. Тип регулятора – пропорционально-интегральный.

$$W_p(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_u p}\right)$$

Разработать:

1. S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.
2. S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1.Кривую разгона объекта управления.

2.Параметры настройки ПИ-регулятора обеспечивающие максимальную динамическую ошибку $\sim 15\%$.

3.Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.

4.Вывести уравнения для расчета АЧХ, ФЧХ разомкнутой АСР.

5 Запасы устойчивости по модулю и по фазе,

Графическая часть:

1.Структурная схема АСР.

2. S-диаграммы

3. Кривая разгона ОУ, графики АЧХ и ФЧХ, годограф .

4. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 10. Рассчитать АСР температуры в прессформе с электрообогревом

Исходные данные:

1. Математическое описание эквивалентного объекта управления в виде передаточной функции имеет вид:

$$W_0(p) = \frac{K_0}{(T_{01}p + 1)(T_{02}p + 1)(T_{03}p + 1)(T_{04}p + 1)},$$

где K_0 – коэффициент передачи ОУ, $K_0 = 1$,

T_{01}, T_{02}, T_{03} – постоянные времени: $T_{01} = T_{02} = T_{03} = 10\text{с}$, $T_{04} = 15\text{с}$.

2. Тип регулятора – пропорционально-интегральный.

$$W_p(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_u p}\right)$$

Разработать:

1.S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.

2.S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.

3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1.Кривую разгона объекта управления.

2.Параметры настройки ПИ-регулятора обеспечивающие максимальную динамическую ошибку $\sim 10\%$.

3.Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.

4.Вывести уравнения для расчета АЧХ, ФЧХ разомкнутой АСР.

5 Запасы устойчивости по модулю и по фазе,

Графическая часть:

1.Структурная схема АСР.

2. S-диаграммы

3. Кривая разгона ОУ, графики АЧХ и ФЧХ, годограф .

4. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка

ТЕМА 11. Рассчитать АСР температуры в прессформе с электрообогревом

Исходные данные:

1. Математическое описание эквивалентного объекта управления в виде передаточной функции имеет вид:

$$W_0(p) = \frac{K_0}{(T_{01}p + 1)(T_{02}p + 1)(T_{03}p + 1)(T_{04}p + 1)},$$

где K_0 – коэффициент передачи ОУ, $K_0 = 1$,

T_{01}, T_{02}, T_{03} – постоянные времени: $T_{01} = T_{02} = T_{03} = 20\text{с}$, $T_{04} = 15\text{с}$.

2. Тип регулятора – пропорционально-дифференциальный.

Разработать:

1.S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.

2.S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.

3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1.Кривую разгона объекта управления.

2.Параметры настройки ПИ-регулятора обеспечивающие максимальную динамическую ошибку $\sim 10\%$.

3.Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.

4.Вывести уравнения для расчета АЧХ, ФЧХ разомкнутой АСР.

5 Запасы устойчивости по модулю и по фазе,

Графическая часть:

1.Структурная схема АСР.

2.Кривая разгона ОУ, графики АЧХ и ФЧХ , годограф .

3.Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 12. Рассчитать АСР температуры в прессформе с электрообогревом

Исходные данные:

1. Математическое описание эквивалентного объекта управления в виде передаточной функции имеет вид:

$$W_0(p) = \frac{K_0}{(T_{01}p + 1)(T_{02}p + 1)(T_{03}p + 1)(T_{04}p + 1)},$$

где K_0 – коэффициент передачи ОУ, $K_0 = 1$,

T_{01}, T_{02}, T_{03} – постоянные времени: $T_{01} = T_{02} = T_{03} = 10\text{с}$, $T_{04} = 15\text{с}$.

2. Тип регулятора – пропорциональный. $W_p(p) = K_p$

Разработать:

1.S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.

2.S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.

3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1.Кривую разгона объекта управления и его динамические характеристики.

2. Параметры настройки П-регулятора для статической ошибки 0,15..

3.Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.

4.Вывести уравнения для расчета АЧХ, ФЧХ разомкнутой АСР.

5 Запасы устойчивости по модулю и по фазе.

Графическая часть:

1.Структурная схема АСР.

2.S-диаграммы.

3.Кривая разгона ОУ, графики АЧХ, ФЧХ и годограф .

4.Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 13. Рассчитать АСР температуры сушильного агента,,подаваемого в камеру сушки.

Исходные данные:

1. Математическое описание эквивалентного объекта управления в виде передаточной функции имеет вид:

$$W_0(p) = \frac{K_0}{(T_{01}p + 1)(T_{02}p + 1)(T_{\partial}p + 1)},$$

где K_0 – коэффициент передачи ОУ, $K_0 = 1$,

T_{01}, T_{02}, T_{03} – постоянные времени: $T_{01} = 40\text{с}$, $T_{02} = 30\text{с}$,

$Td=20$.

$$W_p(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_u p}\right)$$

2. Тип регулятора – пропорционально-интегральный.

Разработать:

1.S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.

2.S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.

3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Кривую разгона объекта управления.

2.Параметры настройки ПИ-регулятора обеспечивающие максимальную динамическую ошибку $\sim 15\%$.

3.Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.

4.Вывести уравнения для расчета АЧХ, ФЧХ разомкнутой АСР.

5 Запасы устойчивости по модулю и по фазе,

Графическая часть:

1.Структурная схема АСР.

2.S-диаграммы.

3.Кривая разгона ОУ, графики АЧХ, ФЧХ и годограф .

4.Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

ТЕМА 14. Рассчитать АСР температуры сушильного агента,,подаваемого в камеру сушки.

Исходные данные:

1. Математическое описание эквивалентного объекта управления в виде передаточной функции имеет вид:

$$W_0(p) = \frac{K_0}{(T_{01}p + 1)(T_{02}p + 1)(T_{\partial}p + 1)},$$

где K_0 – коэффициент передачи ОУ, $K_0 = 1$,

T_{01}, T_{02}, T_{03} – постоянные времени: $T_{01} = 40\text{с}$, $T_{02} = 30\text{с}$,

$T_{\partial} = 20$.

2. Тип регулятора – пропорциональный с передаточной функцией вида

$$W_p(p) = K_p.$$

Разработать:

1. S-диаграмму для расчета кривой разгона эквивалентного объекта управления.
2. S-диаграмму для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. S-диаграмму для расчета переходного процесса в замкнутой АСР с заданным типом регулятора.

Рассчитать:

1. Кривую разгона эквивалентного объекта управления. Найти его эффективные динамические характеристики.
2. Вывести уравнения для расчета АЧХ и ФЧХ разомкнутой АСР.
3. Параметр настройки П-регулятора K_p методом Тахохаши, при котором динамическая ошибка составляет 0.2.
4. Переходный процесс в замкнутой АСР и определить показатели качества регулирования.
5. Определить запасы устойчивости по модулю и по фазе.

Графическая часть:

5. Структурная схема АСР.
6. Кривая разгона ОУ, графики АЧХ, ФЧХ и годограф разомкнутой АСР
7. Переходный процесс в замкнутой АСР.

Пояснительная записка.

Основные требования к написанию курсовой работы

При выполнении КР и написании пояснительной записки студенты должны осветить следующие вопросы:

- расчет кривой разгона объекта управления по известному математическому описанию и определение его динамических характеристик;
- передаточные функции разомкнутой и замкнутой системы управления, передаточная функция по ошибке;
- определение устойчивости системы и расчет запасов устойчивости по модулю и по фазе;
- расчет переходного процесса в замкнутой АСР с данным регулятором и определение показателей качества регулирования.

Критерии оценивания курсовой работы

Выполнение курсовой работы должно обеспечивать возможность проявления творческого потенциала каждому студенту, демонстрировать умение студентом анализировать практически весь теоретический курс дисциплины и применять математический аппарат для расчетов, логично и грамотно излагать собственное умозаключение и выводы, способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

В результате защиты курсовой работы ставится «зачтено» или «не зачтено»:

- **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если содержание пояснительной записки в целом соответствует теме задания. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной связи. В результате необходимых расчетов в экспериментальной части все полученные результаты верны и правильно отражены на рисунках и графиках. При защите курсовой работы студент правильно ответил на поставленные вопросы (не менее 50% правильных ответов) .
- «не зачтено»**, если содержание пояснительной записки не соответствует теме задания, продемонстрировано крайне низкое знание фактического материала, много фактических ошибок – практически все расчетные данные либо искажены, либо неверны. При защите продемонстрировано очень слабое владение понятиями и терминами дисциплины.

Список литературы

1. Барабанов Н.Н., Земскова В.Т. Расчет одноконтурных и многоконтурных автоматических систем регулирования на ЭВМ: Учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2002. 52 с.
2. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Системы управления технологическими процессами». Ч.1 / Сост. Н.Н. Барабанов, В.Т. Земскова; Владим. гос. ун-т. Владимир, 1999. 24 с.
3. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Системы управления технологическими процессами». Ч.2 / Сост. Н.Н. Барабанов, В.Т. Земскова; Владим. гос. ун-т. Владимир, 1999. 24 с.
4. Барабанов Н.Н., Земскова В.Т. Расчеты химико-технологических процессов в системе MATLAB. Учебное пособие. ВлГУ, г. Владимир. 2011.(библ.ВлГУ).