

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра автоматике и
вычислительной техники**

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АСР

*Методические указания к выполнению
лабораторных работ
по курсу "Теория автоматического управления"*

Мурманск

2007

УДК 681.521.2:621.313.13.024 (076.5)

ББК 32.965

И-89

Составители: Маслов Алексей Алексеевич, к.т.н., профессор кафедры автоматике и вычислительной техники Мурманского государственного технического университета;
Яценко Виктория Владимировна, старший преподаватель той же кафедры

Издаются в авторском исполнении без редакторской правки

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой
«25» апреля 2007г., протокол № 4

Рецензент – Висков Андрей Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры автоматике и вычислительной техники Мурманского государственного технического университета

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕДАТОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА РЕГУЛЯТОРА НА ВЕЛИЧИНУ СТАТИЗМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Цели работы:

экспериментальное определение статической характеристики системы по возмущающему воздействию, расчет величины статизма, исследование влияния величины передаточного коэффициента регулятора и его структуры на статизм системы.

2. Теоретические сведения

Статическая характеристика системы регулирования - зависимость регулируемого параметра "у" от задающего "g" или возмущающего "f" воздействия в установившемся режиме.

Таким образом, система автоматического регулирования, как правило, имеет несколько статических характеристик в зависимости от того, какое воздействие (задающее или возмущающее) принимается в качестве входной величины. На рисунке 5 представлена функциональная схема замкнутой системы регулирования, а на рисунке 6 - статические характеристики этой системы по задающему (рис. 6, а) и возмущающему воздействию (рис. 6, б).

Особое значение для описания статического режима АСР имеет статическая характеристика по основному возмущающему воздействию. В качестве внешних возмущающих воздействий в АСР стабилизации обычно рассматривается нагрузка, а в следящих системах - предписанное значение регулируемой величины. По поведению АСР в установившемся режиме различают статические и астатические АСР.

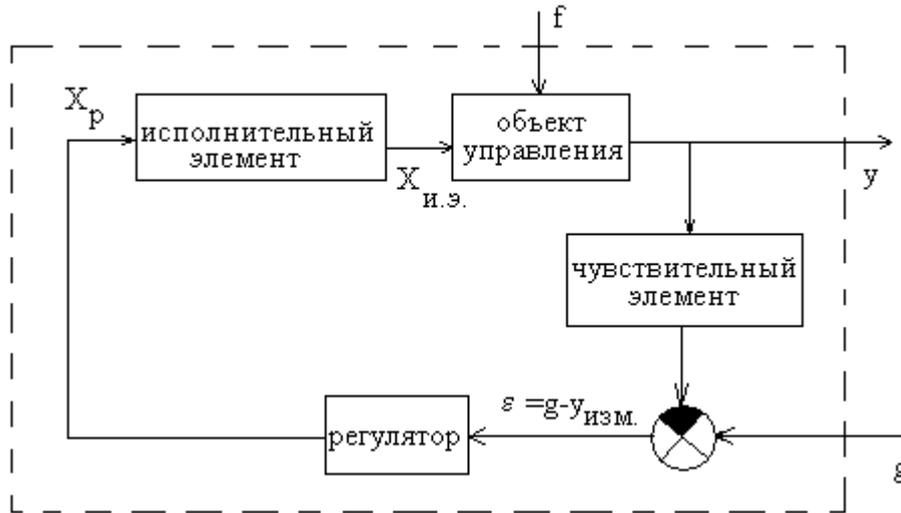


Рис. 5 Функциональная схема АСР

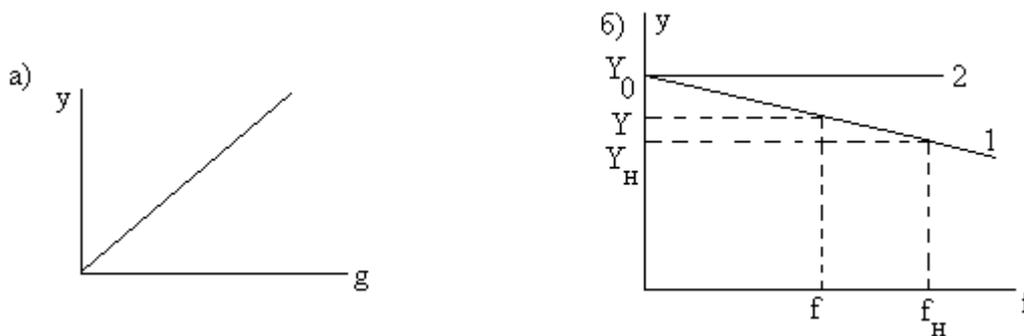


Рис. 6 Статические характеристики АСР: а - по задающему воздействию;
б - по возмущающему воздействию

Автоматическая система называется статической по отношению к внешнему возмущающему воздействию, если регулируемая величина в установившемся режиме зависит от значения этого воздействия (прямая 1 на рис. 6, б).

Автоматическая система называется астатической по отношению к внешнему возмущающему воздействию, если регулируемая величина в установившемся режиме не зависит от значения этого воздействия (прямая 2 на рис. 6, б).

Статические системы состоят только из статических элементов, у которых при постоянном входном воздействии с течением времени уста-

навливается постоянная выходная величина. Статические системы всегда работают с ошибкой. Статической ошибкой называется разность между заданным значением регулируемой величины и ее действительным значением в установившемся режиме. Различают статическую ошибку по задающему воздействию и статическую ошибку по возмущающему воздействию, которые рассчитываются по следующим формулам:

$$S_e = \frac{1}{1+k_{p.c.}} \quad , \quad S_f = \frac{k_f}{1+k_{p.c.}} \quad ,$$

где $k_{p.c.}$ – коэффициент усиления разомкнутой системы;

k_f – передаточный коэффициент объекта регулирования по возмущающему воздействию;

f – возмущающая величина.

Наклон статической характеристики по возмущающему воздействию характеризуется статизмом:

$$\delta = \frac{(y - y_H)/y_H}{(f - f_H)/f_H} \quad (2.1)$$

Таким образом, статизм системы - относительная статическая ошибка при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной.

Статизм системы характеризует наклон статической характеристики по возмущающему воздействию.

По формуле (2.1) рассчитывается статизм для линейных статических характеристик (прямая 1 на рис. 6,б), у которых статизм является постоянной величиной для всех значений возмущающего воздействия. Если статическая характеристика по возмущающему воздействию нелинейная, то статизм рассчитывается в точке и определяется как частная производная, взятая с обратным знаком, относительного изменения регулируемой величины по относительному изменению возмущающего воздействия:

$$\delta = - \frac{\partial \varphi}{\partial \nu}, \quad (2.2)$$

где $\varphi = \frac{y - y_H}{y_H}$ - относительное изменение регулируемого параметра;

$\nu = \frac{f - f_H}{f_H}$ - относительное изменение возмущающего воздействия;

y, f -соответственно регулируемая величина и возмущающее воздействие в точке, для которой рассчитывается статизм.

Знак "-" введен в формулу (2.2) искусственно с целью получения положительного значения величины статизма, так как с увеличением нагрузки в большинстве случаев величина регулируемого параметра уменьшается, что приводит к отрицательному значению одного из параметров φ или ν .

В астатических системах, где статизм равен нулю, разным значениям внешнего воздействия в установившемся режиме соответствует одно и то же значение управляемой величины, равное ее заданному значению. Для получения астатической системы в ее замкнутый контур управления должен входить хотя бы один интегрирующий элемент. Число интегрирующих элементов определяет порядок астатизма системы.

Следует отметить, что коэффициент усиления разомкнутой статической системы можно определить по формуле:

$$k_{p.c.} = \frac{\Delta y}{\Delta g}, \quad (2.3)$$

где $\Delta y, \Delta g$ – приращения регулируемой и задающей величин разомкнутой системы в статическом режиме соответственно.

Определить коэффициент усиления астатической системы по выражению (2.3) нельзя, так как при постоянной величине задающего воздействия разомкнутой астатической системы регулируемая величина с тече-

нием времени стремиться к бесконечности. Коэффициент усиления астатических систем определяют по выражению: $k_{p.c.} = \frac{d\Delta y}{dt} / \Delta g$

Таким образом, в астатической системе скорость изменения регулируемой величины пропорциональна величине изменения задающего воздействия.

3. Описание установки

Описание лабораторной установки дано в лабораторной работе "Изучение лабораторной установки "Автоматическая система регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока"".

4. Порядок выполнения работы

4.1. Снять статическую характеристику разомкнутой системы регулирования по возмущающему воздействию:

- разомкнуть систему;
- набрать П – регулятор, установив k_y в положение "1";
- отключить местную обратную связь;
- включить систему;
- подать постоянное задающее воздействие на R_7 ;
- на холостом ходу установить номинальную частоту вращения

M_2 , которая задается преподавателем и в дальнейшем не изменяется;

- подключить нагрузку (ключ S_8 в положение "1").

4.1.1. Изменяя ток нагрузки, снять статическую характеристику $n = f(I_H)$.

4.2. Снять статическую характеристику замкнутой системы регулирования по возмущающему воздействию. Частота вращения двигателя M_2 на холостом ходу должна быть такой же, как в п. 4.1.

4.3. Изменить коэффициент передачи регулятора (увеличить k_y).

Повторить п. 4.2.

4.4. Набрать ПИ-регулятор. Повторить п. 4.3.

4.5. **На одном графике** построить статические характеристики разомкнутой и замкнутой систем по возмущающему воздействию при разных значениях коэффициента передачи регулятора и его структуре.

4.6. Для значения тока нагрузки, заданного преподавателем, рассчитать статизм по формуле (2.1) для каждой характеристики.

4.7. Сделать выводы о влиянии величины k_y регулятора и его структуры на величину статизма системы.

5. Содержание отчета

Отчет о работе должен содержать:

5.1. Принципиальную электрическую схему лабораторной установки.

5.2. Таблицы экспериментальных данных статических характеристик системы по возмущающему воздействию.

5.3. Статические характеристики по возмущающему воздействию.

5.4. Расчет статизма для каждой характеристики.

5.5. Выводы.

6. Вопросы для самопроверки.

6.1. Нарисовать функциональную схему замкнутой АСР лабораторной установки.

6.2. Как влияет на величину статизма изменение сопротивлений R_3 и R_1 ?

6.3. В чем заключается физический смысл статизма системы?

6.4. В чем разница между статической ошибкой по задающему воздействию и статизмом системы?

6.5. Как влияет на величину статизма:

-введение регулятора в систему;

-величина передаточного коэффициента регулятора;

-структура регулятора?

6.6. Можно ли в данной АСР добиться астатического регулирования?

6.7. Чем определяется статическая точность системы по возмущающему воздействию?

6.8. Что такое статизм?

6.9. Как зависит статическая точность системы от передаточного коэффициента регулятора?

6.10. Какие параметры системы влияют на величину статизма?

6.11. Что такое астатическая система?

6.12. В чем состоит особенность работы статической и астатической систем?

Литература

1. Власенко, А.А., Судовая электроавтоматика./А.А.Власенко, В.А.Стражмейстер - М.: Транспорт, 1983. – С.12-31, 78-90.
2. Кринецкий, И.И. Судовая автоматика./ И.И.Кринецкий,– М.: Изд-во: Пищ. пр-сть, 1978. – С.24-35, 112-114.
3. Прохоренков, А.М., Судовая автоматика: учебное пособие для ВУЗов./ А.М.Прохоренков, В.С.Солодов, Ю.Г.Татьянченко–М.: Колос, 1992: - С.69-73
4. Ключев, А.С. Автоматическое регулирование: учебник для ср.-спец. учебн. заведений./ А.С. Ключев –М: Изд-во: Энергия 1986. – С.5-16
5. Ключев, А.С. Автоматическое управление линейными системами/ А.С.Ключев, Е.А.Кочетков; под ред. А.С. Ключева. -М.: "Испосервис", 1999. - 192 с.: ил.