

В.А. Глушец, Я.М. Стрек



Методические указания к лабораторным
работам по дисциплине
«Автоматизированные системы
управления судовыми дизельными
энергетическими установками»

Омск 2007

Федеральное агентство морского и речного транспорта

Иртышский филиал ФГОУ ВПО
«Новосибирская государственная академия водного транспорта»
(в г. Омске)

Кафедра специальных технических дисциплин

В.А. Глушец, Я.М. Стрек

**Методические указания к лабораторным
работам по дисциплине
«Автоматизированные системы
управления судовыми дизельными
энергетическими установками»**

для студентов обучающихся по специальностям 180403, 180103

Омск 2007

УДК 629.5.03 (075.8)
ББК 39.455.2
Г 55

Рецензенты:
доктор технических наук В.С. Щербаков (СибАДИ)

Работа одобрена учебно-методическим советом филиала в качестве методических указаний к лабораторным работам по дисциплине «Автоматизированные системы управления судовыми дизельными энергетическими установками» для специальности 180403 «Эксплуатация судовых энергетических установок» и по дисциплине «Автоматизация судовых энергетических установок» для специальности 180103 «Судовые энергетические установки»

Г 55 **Глушец, В. А.** Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Автоматизированные системы управления судовыми дизельными энергетическими установками» [Текст]: Методические указания / В. А. Глушец, Я. М. Стрек. Омск: Иртышский филиал ФГОУ ВПО «НГАВТ» в г. Омске. 2007. – 20 с.

Рассматриваются типовые структурные схемы систем автоматического управления. Решаются задачи анализа и выбора параметров основных элементов систем регулирования.

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальности 180403 «Эксплуатация судовых энергетических установок».

Ил. 6. Библиогр.: 1 назв.

© В.А. Глушец, Я.М. Стрек, 2007

© Иртышский филиал ФГОУ ВПО
«НГАВТ» в г. Омске, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1	
ИССЛЕДОВАНИЕ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	5
1.1 Устройство системы	5
1.2 Работа системы	5
1.3 Порядок выполнения работы	7
1.4 Содержание отчета	8
1.5 Контрольные вопросы	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ТУРБОГЕНЕРАТОРА	9
2.1 Устройство системы	9
2.2 Работа системы	9
2.3 Порядок выполнения работы	11
2.4 Содержание отчета	12
2.5 Контрольные вопросы	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ДИЗЕЛЯ	13
3.1 Устройство системы	13
3.2 Работа системы	13
3.3 Порядок выполнения работы	15
3.4 Содержание отчета	15
3.5 Контрольные вопросы	16
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	16

ВВЕДЕНИЕ

Использование персональных компьютеров в учебном процессе позволяет облегчить труд преподавателя и дать практические навыки в решении тех или иных задач, возникающих в процессе обучения. Для этих целей используется целый набор интегрированных программных систем и пакетов программ, охватывающих практически весь спектр решаемых задач. В частности, средства для автоматизации математических расчетов: Reduce, Derive, TK Solver, Mathcad, Mathematica, Maple V, MATLAB и многие другие.

Система автоматизации математических расчетов MATLAB является одной из старейших и мощнейших в этой области. Название системы произошло от сокращения – МАТричная ЛАБоратория (MATrix LABoratory), но эта ориентация программы практически не ощущается теми пользователями, которые не интересуются непосредственно матричными вычислениями, вследствие проработанности и продуманности синтаксиса языка программирования системы.

Система MATLAB была разработана фирмой Math Works, Inc. как язык программирования высокого уровня для математических, инженерных, научных и технических вычислений. В процессе развития система “обрастала” различными дополнениями в виде пакетов расширения, с увеличением количества которых росли и возможности системы. Но, также несколько увеличилась сложность ее освоения на первых этапах, что несколько компенсируется развитой системой помощи (на английском языке).

Версия системы MATLAB 6.0 поставляется вместе с пакетом расширения Simulink 4.0, предназначенным для моделирования динамических систем, модели которых состояются из отдельных блоков (компонентов).

В этом пакете реализованы принципы визуально-ориентированного программирования, что позволяет легко набирать нужные блоки и соединять их с целью составления модели системы или устройства. При этом сложнейшие уравнения состояния, описывающие работу моделей систем или устройств, формируются автоматически без участия пользователя, что значительно облегчает, и ускоряет его работу.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Цель работы: изучить следящую систему управления.

1.1 Устройство системы

На рисунке 1.1 изображена схема следящей системы. Система предназначена для воспроизведения исполнительным устройством управляющих сигналов g , поступающих на командную ось. Она состоит из сельсинной пары C_1 и C_2 , работающей в трансформаторном режиме, фазочувствительного магнитного усилителя МУ; электромашинного усилителя ЭМУ с обмотками управления ОУ1 и ОУ2; исполнительного электродвигателя постоянного тока ИД, механической передачи МП и объекта управления О.

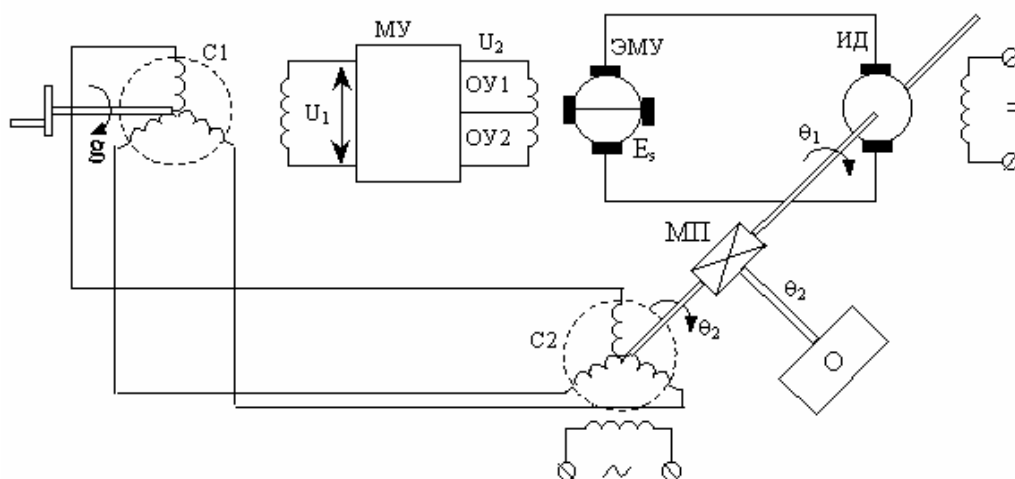


Рисунок 1.1 - Схема следящей системы

1.2 Работа системы

Если командная ось поворачивается на некоторый угол g , то происходит рассогласование роторов сельсинов C_1 и C_2 и на входе МУ появляется сигнал u_1 , пропорциональный рассогласованию ϵ (в пределах малых углов рассогласования). Вслед за этим появляется напряжение u_2 на выходе МУ и э.д.с. E_s на продольных щетках ЭМУ. Двигатель начинает вращаться, изменяются углы поворота его вала θ_1 , а также ротора сельсина приемника θ_2 . Схема соединена так, что знак θ_2 противоположен знаку g (отрицательная главная обратная связь). Когда эти углы сравняются, исчезнет напряжение u_1 , а за ним исчезнут и последующие сигналы, тогда двигатель остановится. Исполнительная ось повернется на такой же угол, как и командная (за счет механической передачи можно реализовать поворот командной и исполнительной осей на пропорциональные углы).

Структурная схема следящей системы изображена на рисунке 1.2.

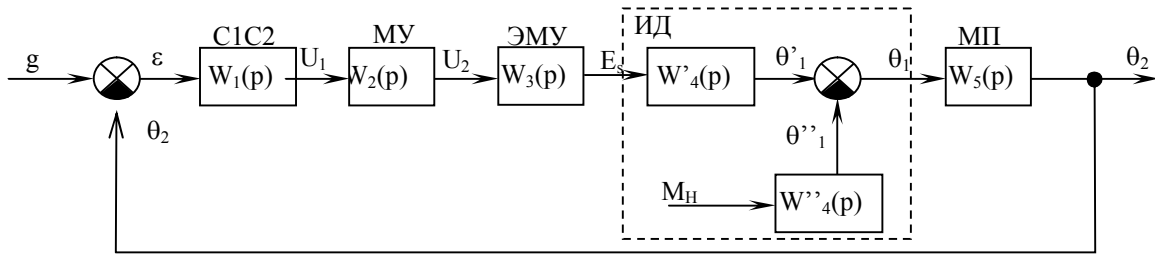


Рисунок 1.2 – Структурная схема следящей системы управления

Передаточные функции звеньев следящей системы:

$$W_1(p) = \frac{u_1(p)}{\varepsilon(p)} = k_1;$$

$$W_2(p) = \frac{u_2(p)}{u_1(p)} = \frac{k_2}{T_1 p + 1};$$

$$W_3(p) = \frac{E_s(p)}{u_2(p)} = \frac{k_3}{(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)};$$

$$W'_4(p) = \frac{\theta'_1(p)}{E_s(p)} = \frac{k'_4}{(T_4 T_5 p^2 + T_4 p + 1)p};$$

$$W''_4(p) = \frac{\theta''_1(p)}{M_H(p)} = \frac{-k''_4 (T_5 p + 1)}{(T_4 T_5 p^2 + T_4 p + 1)p};$$

$$\theta_1(p) = \theta'_1(p) - \theta''_1(p);$$

$$W_5(p) = \frac{\theta_2(p)}{\theta_1(p)} = k_5;$$

$$\varepsilon(p) = g(p) - \theta_2(p);$$

где ε – ошибка регулирования; k_i – коэффициенты усиления, T_i – постоянные времени; g – управляющий сигнал; u_1 – входной сигнал МУ; u_2 – напряжение на обмотках управления ОУ1, ОУ2 электромашинного усилителя ЭМУ; E_s – э.д.с. на продольных щетках ЭМУ; θ_1 – угол поворота вала ИД; θ_2 – угол поворота ротора сельсина приемника; M_H – момент пагрузки на валу ИД.

Числовые значения параметров: $k_1=0,5$ В/с; $k_2=10$; $k_3=20$; $k'_4=60$ град/В·с; $k''_4=20$ град/В·с; $k_5=0,005$; $T_1=0$; $T_2=0,01$ с; $T_3=0,05$ с; $T_4=0,52$ с; $T_5=0,01$ с.

1.3 Порядок выполнения работы

1. Составить в обозначениях Simulink структурную схему системы стабилизации на ПЭВМ.

2. Сформировать управляющее единичное ступенчатое воздействие $g=1(t)$. Получить переходную (временную) характеристику системы по управляющему воздействию.

3. Сформировать возмущающее единичное ступенчатое воздействие $M_n=1(t)$. Получить переходную (временную) характеристику системы по возмущающему воздействию.

4. Определить показатели качества переходных процессов по управляющему и возмущающему воздействиям.

5. Для заданных численных значений параметров передаточных функций построить ЛАХ и ЛФХ для разомкнутой системы. Определить запасы устойчивости по амплитуде и по фазе.

6. Построить АФЧХ и по критерию Найквиста оценить устойчивость системы, определить численные значения запасов устойчивости по амплитуде и по фазе.

7. Провести исследование следящей системы, варьируя k_2 , как показано в таблице 1. Построить графики функциональных зависимостей значений запасов устойчивости по амплитуде и по фазе, времени переходного процесса, перерегулирования и статической точности от величины k_2 . $\Delta L=f(k_2)$, $\Delta\varphi=f(k_2)$, $t_{\text{пп}}=f(k_2)$, $\sigma=f(k_2)$, $\Delta_{\text{ст}}=f(k_2)$.

Таблица 1 – Результаты расчетов

k_2	0,1	0,3	0,5	0,7	1	3	6	10
ΔL , дБ								
$\Delta\varphi$, °								
$t_{\text{пп}}$, с								
σ								
$\Delta_{\text{ст}}$								

1.4 Содержание отчета

1. Схема следящей системы.
2. Структурная схема следящей системы.
3. Структурная схема следящей системы в обозначениях Simulink.
4. Переходные (временные) характеристики системы по управляющему воздействию $g=1(t)$ и возмущающему воздействию $M_m=1(t)$. Численные значения показателей качества переходных процессов.
5. ЛАХ и ЛФХ разомкнутой следящей системы для заданных численных значений параметров передаточных функций.
6. Численные значения запасов устойчивости по амплитуде и по фазе, полученные по ЛАХ и ЛФХ.
7. АФЧХ следящей системы стабилизации. Численные значения запасов устойчивости полученных по АФЧХ.
8. Графики функциональных зависимостей значений запасов устойчивости по амплитуде и по фазе, времени переходного процесса и статической точности от величины k_2 .

1.5 Контрольные вопросы

1. Объяснить работу следящей системы управления (рис. 1).
2. Дать формулировку следящей системы управления.
3. Что является в данной следящей системе управляющим и возмущающим воздействиями?
4. Как получить переходную (временную) характеристику системы?
5. Что такое передаточная функция звена?
6. Что такое разомкнутая система? При решении каких задач используется разомкнутая система?
7. Какие требования предъявляются к следящим системам управления?
8. Что такое ЛАХ, ЛФХ, АФЧХ? Как они строятся?
9. Дать анализ построенных функциональных зависимостей значений запасов устойчивости по амплитуде и по фазе, времени переходного процесса и статической точности от величины k_2 .

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Цель работы: изучить систему стабилизации угловой скорости турбогенератора.

2.1 Устройство системы

В систему стабилизации угловой скорости турбогенератора (рисунок 2.1) входят следующие элементы: Т – турбина (объект управления); МП – механическая передача; ЦБМ – центробежный маятник (выполняет функции датчика, определяющего действительную угловую скорость турбины, задатчика угловой скорости и элемента сравнения, вычисляющего ошибку регулирования); ГУ – гидроусилитель; ГСП – гидравлический сервопривод; ПВК – паровпускной клапан с регулятором расхода пара; Г – генератор, приводимый во вращение турбиной.

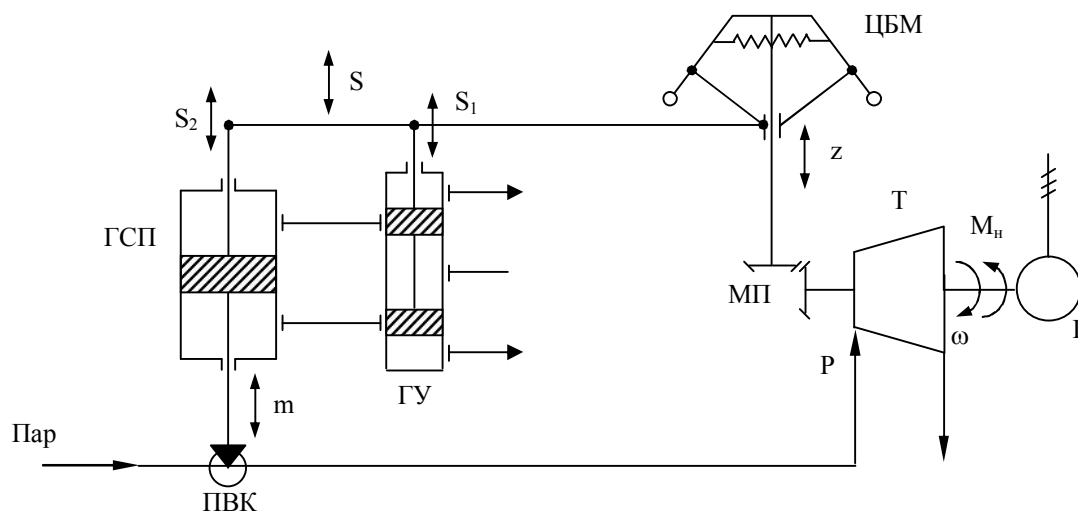


Рисунок 2.1 – Схема системы стабилизации угловой скорости турбогенератора

2.2 Работа системы

Некоторой установившейся нагрузке генератора M_n соответствует определенная угловая скорость турбины $\omega_{зад}$, положение грузов ЦБМ и поршня ГСП, а также величина открытия ПВК. Если нагрузка уменьшится, угловая скорость турбины ω возрастет, грузы ЦБМ, а вместе с ними и муфта, переместятся вверх (z). Переместится и золотник ГУ (s_1), и приоткроет доступ рабочей жидкости в верхнюю полость ГСП, поршень которого начнет перемещаться вниз и прикроет ПВК, который, в свою очередь, уменьшит подачу пара в турбину, вследствие чего угловая скорость турбины уменьшится. Одновременно, из-за наличия жесткой обратной связи между ГСП и ГУ (рычаг, связывающий ГСП, ГУ и ЦБМ),

золотник ГУ переместится вниз и прикроет окна ГУ и движение поршня ГСП прекратится. Система вновь окажется в некотором установившемся режиме. Если ошибка регулирования (ε) не равна нулю, то происходят перемещения: муфты ЦБМ (z); золотника ГУ (s); поршня ГСП (m); штока ПВК, вследствие чего изменяется давление пара P на входе в турбину. Знаки перемещений зависят от знака ошибки регулирования. В результате чего изменяется ω – фактическая угловая скорость вращения вала турбины и ошибка регулирования стремится к нулю ($\varepsilon \rightarrow 0$).

Структурная схема системы стабилизации изображена на рисунке 2.2.

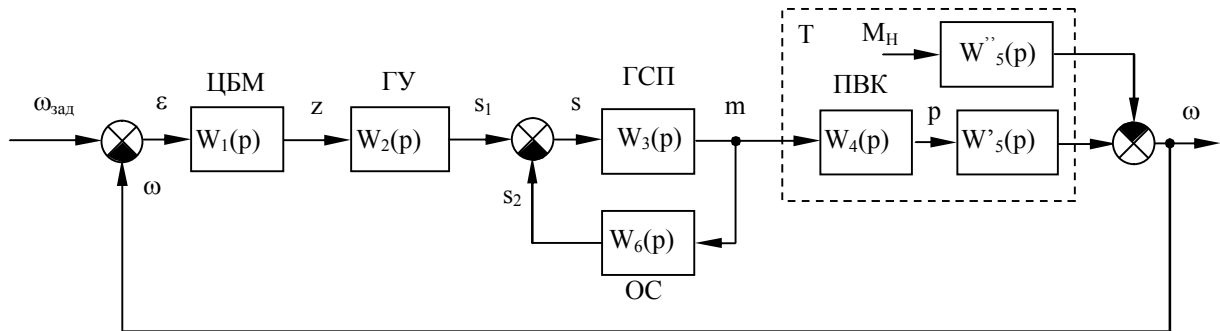


Рисунок 2.2 – Структурная схема системы стабилизации угловой скорости турбогенератора

Передаточные функции отдельных звеньев:

$$W_1(p) = \frac{Z(p)}{\varepsilon(p)} = \frac{k_1}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1};$$

$$W_2(p) = \frac{S_1(p)}{Z(p)} = k_2;$$

$$W_3(p) = \frac{m(p)}{S(p)} = \frac{k_3}{p};$$

$$W_4(p) = \frac{P(p)}{m(p)} = \frac{k_4}{T_3 p + 1};$$

$$W'_5(p) = \frac{\omega'(p)}{P(p)} = \frac{k_5}{T_4 p + 1};$$

$$W''_5(p) = \frac{\omega''(p)}{M_H(p)} = -\frac{k'_5}{T_4 p + 1};$$

$$\omega(p) = \omega'(p) - \omega''(p);$$

$$W_6(p) = \frac{S_2(p)}{m(p)} = k_6;$$

$$\varepsilon(p) = \omega_{зад}(p) - \omega(p);$$

$$S(p) = \omega_{зад}(p) - \omega(p),$$

где ε – ошибка регулирования; k_i – коэффициенты усиления, T_i – постоянные времени; z – перемещение муфты ЦБМ; s_1 – перемещение золотника ГУ от ЦБМ; s_2 – перемещение золотника ГУ от ГСП; s – суммарное перемещение золотника ГУ; m – перемещение ПВК, пропорциональное перемещению поршня ГСП; P – давление пара на входе в турбину; ω – угловая скорость вращения вала турбины; $\omega_{зад}$ – заданная угловая скорость вращения вала турбины; M_H – момент нагрузки на валу турбины.

Числовые значения параметров: $k_1 = 10$; $k_2 = 0,6$; $k_3 = 2$; $k_4 = 0,8$; $k_5 = 1$; $k_5' = 0,2$; $k_6 = 0,4$; $T_1^2 = 0,001 \text{ с}^2$; $T_2 = 0,2 \text{ с}$; $T_3 = 5 \text{ с}$; $T_4 = 0,3 \text{ с}$.

При этом всегда должно выполняться условие: $k_2 + k_6 = 1$.

2.3 Порядок выполнения работы

1. Составить в обозначениях Simulink структурную схему системы на ПЭВМ.
2. Сформировать управляющее единичное ступенчатое воздействие $\omega_{зад} = 1(t)$. Получить переходную (временную) характеристику замкнутой системы по управляющему воздействию.
3. Сформировать возмущающее единичное ступенчатое воздействие $M_H = 1(t)$. Получить переходную (временную) характеристику замкнутой системы по возмущающему воздействию.
4. Определить показатели качества переходных процессов по управляющему и возмущающему воздействиям.
5. Для заданных численных значений параметров передаточных функций построить ЛАХ и ЛФХ для разомкнутой системы. Определить запасы устойчивости по амплитуде и по фазе.
6. Построить АФЧХ и по критерию Найквиста оценить устойчивость системы, определить численные значения запасов устойчивости по амплитуде и по фазе.
7. Провести исследование системы стабилизации, варьируя k_2 от 0,1 до 0,9 (с учетом условия $k_2 + k_6 = 1$). Построить графики функциональных зависимостей значений запасов устойчивости по амплитуде и по фазе, а также времени переходного процесса и перерегулирования от величины k_2 : $\Delta L = f(k_2)$; $\Delta\varphi = f(k_2)$; $t_{\text{пн}} = f(k_2)$ и $\sigma = f(k_2)$.

2.4 Содержание отчета

1. Схема системы стабилизации угловой скорости турбогенератора.
2. Структурная схема системы стабилизации угловой скорости турбогенератора.
3. Структурная схема системы стабилизации в обозначениях Simulink.
4. Переходные (временные) характеристики системы по управляющему воздействию $\omega_{зад} = 1(t)$ и возмущающему воздействию $M_m = 1(t)$. Численные значения показателей качества переходных процессов.
5. ЛАХ и ЛФХ разомкнутой системы стабилизации для заданных численных значений параметров передаточных функций.
6. Численные значения запасов устойчивости по амплитуде и по фазе, полученные по ЛАХ и ЛФХ.
7. АФЧХ системы стабилизации. Численные значения запасов устойчивости полученные по АФЧХ.
8. Графики функциональных зависимостей значений запасов устойчивости по амплитуде и по фазе от величины k_2 .

2.5 Контрольные вопросы

1. Объяснить работу системы стабилизации угловой скорости турбогенератора (рис.1).
2. Объяснить принципы регулирования по отклонению.
3. Что такое жесткая обратная связь? Принцип ее работы на схемах рис. 1 и рис. 2.
4. Какими показателями (критериями) характеризуется качество переходного процесса?
5. Почему должно выполняться условие $k_2 + k_6 = 1$?
6. Как влияет увеличение P и M_n на ω ?
7. Что такое запасы устойчивости по амплитуде и по фазе? Рекомендуемые их численные значения.
8. Показать на ЛАХ, ЛФХ, АФЧХ значения запасов устойчивости по амплитуде и по фазе.
9. Сформулировать критерий Найквиста.
10. Дать анализ построенных функциональных зависимостей значений запасов устойчивости по амплитуде и по фазе от величины k_2 .

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ДИЗЕЛЯ

Цель работы: изучить САР угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля).

3.1 Устройство системы

На рисунке 3.1 изображена САР угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля) с внутренней изодромной обратной связью. Здесь: Д – дизель; МП – механическая передача; ЦБМ – центробежный маятник; ГУ – гидроусилитель; СМ – сервомотор; К – катаракт; П – пружина.

3.2 Работа системы

В установившемся режиме определенному моменту нагрузке M_H на валу дизеля соответствует некоторая подача топлива, зависящая от положения рейки топливного насоса, которую перемещает сервомотор СМ. Если нагрузка по какой-либо причине уменьшится, тогда угловая скорость дизеля возрастет, грузы ЦБМ разойдутся и переместят муфту, а вместе с ней и золотник ГУ. Рабочая жидкость поступит в СМ и он начнет уменьшать подачу топлива.

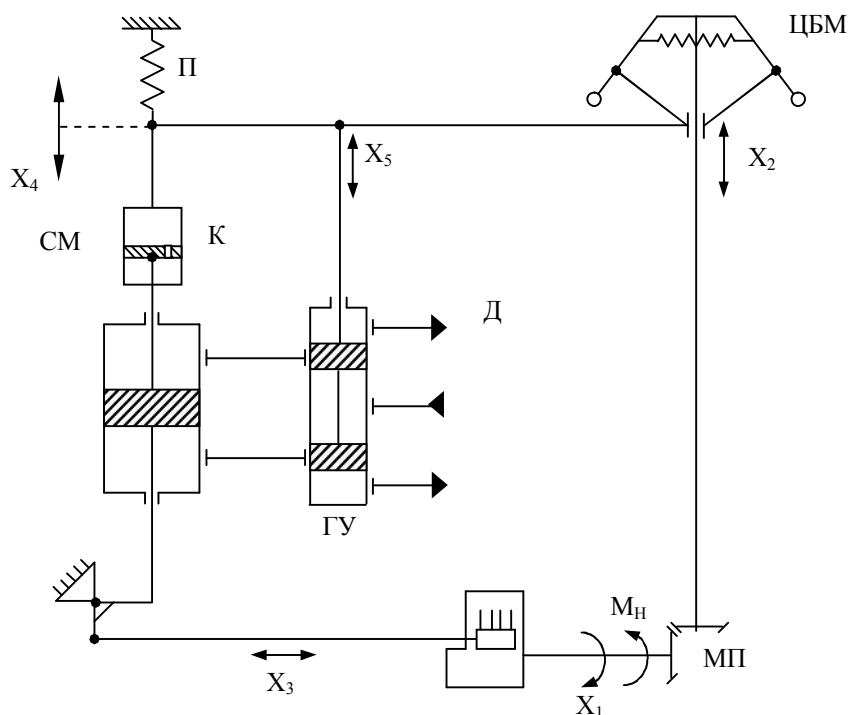


Рисунок 3.1 – Система автоматического регулирования угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля).

В первый момент времени вместе с поршнем СМ переместятся поршень и цилиндр катаракта К, обратная связь на ГУ сработает как жесткая. Однако затем под влиянием пружины П цилиндр К будет перемещаться вниз, а жидкость в цилиндре К через отверстия в поршне перетечет из верхней полости в нижнюю. Жесткая связь между СМ и ГУ нарушится, движение поршня СМ прекратится лишь тогда, когда угловая скорость дизеля полностью восстановится до исходного уровня. Если нагрузка на валу двигателя возрастет, действие системы будет направлено на увеличение подачи топлива и восстановление исходной скорости.

На рисунке 3.2 изображена структурная схема САР угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля).

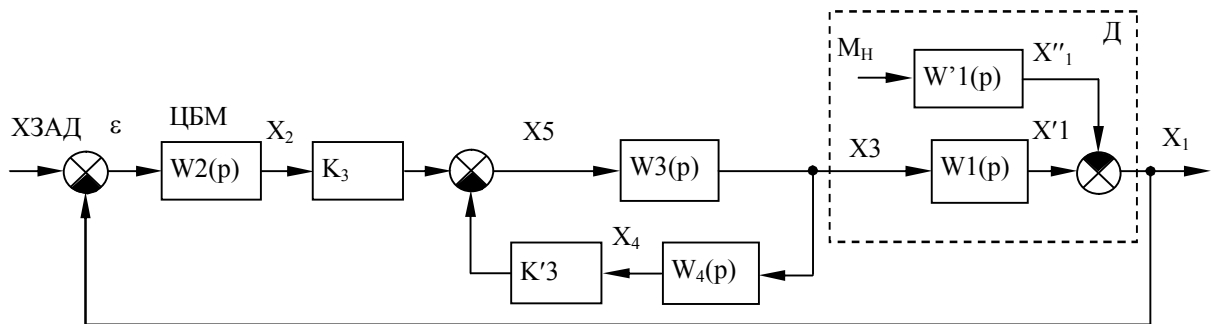


Рисунок 3.2 – Структурная схема системы автоматического регулирования угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля)

Передаточные функции звеньев САР:

$$W_1(p) = \frac{k_1}{T_1 p + 1};$$

$$W'_1(p) = \frac{-k'_1}{T_1 p + 1};$$

$$W_2(p) = \frac{k_2}{T_2 p + 1};$$

$$W_3(p) = \frac{1}{p};$$

$$W_4(p) = \frac{T_4 p}{T_4'^2 p^2 + T_4 p + 1};$$

$$X_1(p) = X'_1(p) - X''_1(p);$$

$$X_5(p) = k_3 X_2(p) - k'_3 X_4(p);$$

$$\varepsilon(p) = X_{3AD}(p) - X_1(p),$$

где ε – ошибка регулирования; k_i – коэффициенты усиления; T_i – постоянные времени; $x_{зад}$ – заданная угловая скорость; x_1 – угловая скорость дизеля; x_2 – перемещение муфты ЦБМ; x_3 – перемещение рейки топливного насоса; x_4 – перемещение цилиндра катаракта К; x_5 – перемещение золотника ГУ; M_H – момент нагрузки на валу двигателя.

Числовые значения параметров системы: $k_1 = 10$; $k'_1 = 2$; $k_2 = 2$; $k'_3 = 0,9$; $k_3 = 0,1$; $k'_3 + k_3 = 1$; $T_1 = 3$ с; $T_2 = 2$ с; $T'_4 = 0$; $T_4 = 1$ с.

3.3 Порядок выполнения работы

1. Составить в обозначениях Simulink структурную схему САР на ПЭВМ.
2. Сформировать управляющее единичное ступенчатое воздействие $x_{зад} = 1(t)$. Получить переходную (временную) характеристику системы по управляющему воздействию.
3. Сформировать возмущающее единичное ступенчатое воздействие $M_H = 1(t)$. Получить переходную (временную) характеристику системы по возмущающему воздействию.
4. Определить показатели качества переходных процессов по управляющему и возмущающему воздействиям (максимальное значение x_{max} , установившееся значение $x_{уст}$, перерегулирование $\delta\%$). Определить статическую ошибку $\Delta_{ст} = x_{1уст} - x_{зад}$, где $x_{1уст} = x'_{1уст} + x''_{1уст}$.
5. Для заданных численных значений параметров передаточных функций построить ЛАХ и ЛФХ для разомкнутой системы. Определить запасы устойчивости по амплитуде и по фазе.
6. Построить АФЧХ и по критерию Найквиста оценить устойчивость системы, определить численные значения запасов устойчивости по амплитуде и по фазе.
7. Провести исследование САР, варьируя k_3 от 0,01 до 0,1, при условии $k_3 + k'_3 = 1$. Найти рациональное значение k_3 , при котором запасы устойчивости по амплитуде и по фазе будут равны рекомендуемым значениям.
8. При рациональном значении k_3 , варьируя T_4 , при котором будет минимальное время переходного процесса по управляющему воздействию.

3.4 Содержание отчета

1. Схема САР угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля).
2. Структурная схема САР угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля).
3. Структурная схема САР угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля) в обозначениях Simulink.

4. Переходные (временные) характеристики САР по управляющему воздействию $x_{зад} = 1(t)$ и возмущающему воздействию $M_H = 1(t)$. Численные значения показателей качества переходных процессов.

5. ЛАХ и ЛФХ разомкнутой САР угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля) для заданных численных значений параметров передаточных функций.

6. Численные значения запасов устойчивости по амплитуде и по фазе, полученные по ЛАХ и ЛФХ.

7. АФЧХ САР угловой скорости двигателя внутреннего сгорания (дизеля). Численные значения запасов устойчивости, полученные по АФЧХ.

8. Графики функциональных зависимостей $\Delta L = f(k_3)$ и $\Delta \varphi = f(k_3)$.

9. Рациональное значение k_3 .

10. Графическая зависимость времени переходного процесса по управляющему воздействию от величины T_4 .

11. Рациональное значение T_4 .

3.5 Контрольные вопросы

1. Объяснить работу САР с внутренней изодромной обратной связью (рис.1).

2. Объяснить принцип работы катаракта.

3. Какими показателями (критериями) характеризуется качество переходного процесса? Численные значения показателей качества переходных процессов по управляющему и возмущающему воздействиям.

4. Почему должно выполняться условие $k_3 + k'_3 = 1$?

5. Как влияет изменение M_H на x_1 ?

6. Как находится рациональное значение T_4 ?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Щербаков, В. С.** Основы моделирования систем автоматического регулирования и электротехнических систем в среде MATLAB и SIMULINK. [Текст]: Учебное пособие. / В. С. Щербаков, А. А. Руппель, В.А. Глушец. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003. – 154 с.

Учебное издание

Глушец Виталий Алексеевич
Стрек Ярослав Михайлович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ
РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ СУДОВЫМИ ДИЗЕЛЬНЫМИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ»

Ответственный за выпуск: И.А. Кибанова

Подписано в печать 29.10.2007 г.
Формат 60x80/16. Бумага ксероксная
Гарнитура Times New Roman
Оперативный способ печати
Усл.п.л. 1, уч.-изд.л. 1
Тираж 80 экз. Заказ № 76
Цена договорная

Иртышский филиал ФГОУ ВПО «НГАВТ» в г. Омске
644099, г. Омск, ул. И.Алексеева, 4

Отпечатано в ООО «ТЕХНОТРАНС»
644012, г. Омск, ул. 9 Дунайская, 20