

Лабораторная работа № 4

ЧАСТОТНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА НЕПРЕРЫВНЫХ СИСТЕМ

1. Цель работы

В данной лабораторной работе рассматривается синтез корректирующего звена для системы управления углом тангажа летательного аппарата. Углом тангажа называется угол между продольной осью летательного аппарата и горизонтальной плоскостью. Угол тангажа обозначается буквой θ . Управление величиной угла тангажа $y = \theta$ осуществляется путем изменения положения δ рулей хвостового оперения летательного аппарата (рулей высоты). Измерение угла тангажа $y = \theta$ осуществляется с помощью гироскопа, сигнал с выхода которого поступает на устройство сравнения величины угла тангажа $y = \theta$ с желаемым значением $r = \theta^d$. На рисунке 4.1 представлена структурная схема системы управления углом тангажа летательного аппарата без корректирующего звена, где сигнал величины отклонения угла тангажа от желаемого значения $e = r - y$ (ошибка регулирования) поступает непосредственно на усилитель мощности с передаточной функцией $W_1(p) = k_1$. Сигнал u с выхода усилителя мощности поступает на привод рулей высоты. Математическая модель привода рулей высоты задана передаточной функцией $W_2(p)$. Динамическая модель летательного аппарата задана передаточной функцией $W_3(p)$.

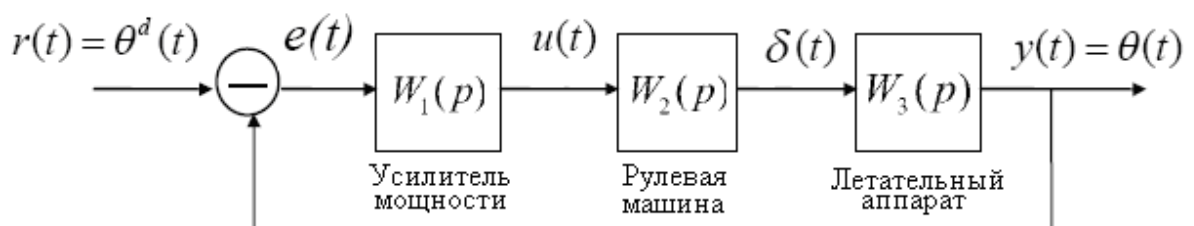


Рис.4.1. Структурная схема системы управления углом тангажа летательного аппарата без корректирующего звена

2. Основные сведения

Первым этапом частотного метода синтеза является построение логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ) разомкнутой системы. Затем вычисляется коэффициент усиления k_k корректирующего звена в соответствии с требованием к точности в установившемся режиме и строится модифицированная ЛАЧХ разомкнутой системы

$\bar{L}_{раз}(\omega) = L_{раз}(\omega) + 20 \lg k_k$. Исходя из требований к качеству переходного процесса (t_{II} и $\sigma\%$) строят среднечастотный участок желаемой ЛАЧХ, который имеет наклон минус 20 дб/дек и пересекает ось абсцисс в точке $\lg \omega_c$, где ω_c - частота среза, $\omega_c = (0.6 \div 0.9) \cdot \omega_{II}$, ω_{II} - частота положительности ВЧХ замкнутой системы. Для заданной величины перерегулирования $\sigma\%$, по номограммам (рис.4.2) определяют запас устойчивости по модулю ΔL , ограничивающий среднечастотный участок ЛАЧХ, и $\omega_{II} = N\pi/t_{II}$, где N - коэффициент пропорциональности, соответствующий найденному значению P_{max} .

Например, при $\sigma = 25\%$ получаем $P_{max} = 1.22$, $N = 4$, $\Delta L = 20 \text{ дб}$.

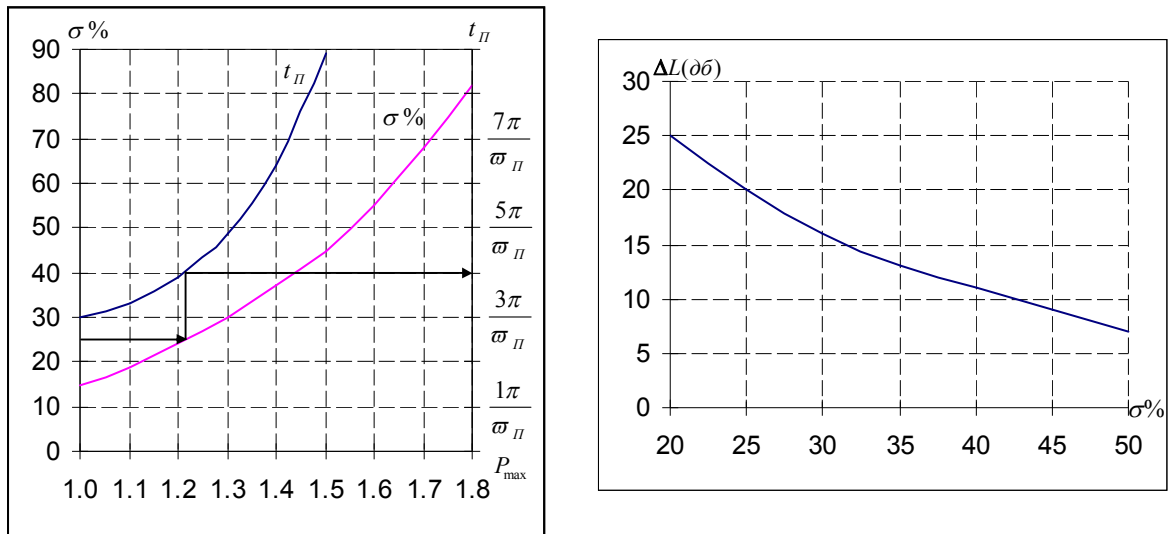


Рис.4.2. Номограммы для определения параметров желаемой ЛАЧХ

В области высоких и низких частот желаемую ЛАЧХ разомкнутой системы сопрягают с модифицированной ЛАЧХ $\bar{L}_{раз}(\omega)$ разомкнутой системы. Вычитая из желаемой ЛАЧХ модифицированную ЛАЧХ разомкнутой системы, получают ЛАЧХ нормированного корректирующего звена $\bar{L}_k(\omega) = L_{раз}^{жс}(\omega) - \bar{L}_{раз}(\omega)$, по которой определяют нормированную передаточную функцию корректирующего звена $\bar{W}_k(p)$. В результате получаем $W_k(p) = k_k \bar{W}_k(p)$. Структурная схема системы с учетом корректирующего звена показана на рис.4.3.

3. Методические указания

Для выполнения лабораторной работы необходимо предварительно построить ЛАЧХ и рассчитать параметры корректирующего звена в соответствии с требованиями к качеству процессов в замкнутой системе. Выбор коэффициента усиления k_k корректирующего звена в системе статиче-

ского типа обеспечивается в соответствии с требованием на относительную ошибку по входу $r(t)$ в равновесном режиме равную 1%, а для астатических систем в соответствии с требованием на относительную скоростную ошибку по входу $r(t)$ равную 1%. Моделирование процессов в системе управления выполняется с помощью пакета прикладных программ *Matlab/Simulink*.

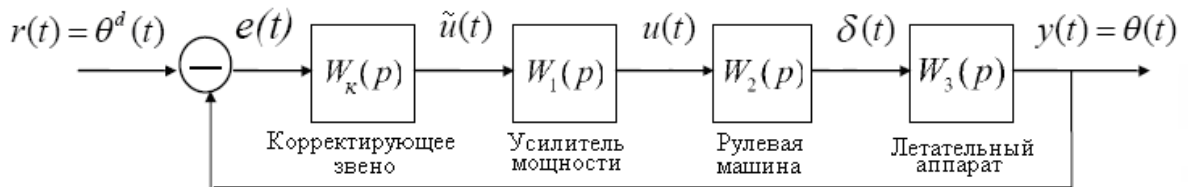


Рис.4.3. Структурная схема системы управления углом тангажа летательного аппарата с корректирующим звеном

4. Порядок выполнения работы

4.1. Подготовить модель исследуемой системы (рис.4.1), параметры которой приведены в таблице 4.1. Получить графики переходных процессов для $r(t)$, $y(t)$, $e(t)$, $u(t)$, где $r(t) = 1(t)$.

4.2. Построить ЛАЧХ и рассчитать параметры корректирующего звена в соответствии с требованиями к качеству процессов в замкнутой системе.

Таблица 4.1

Параметр	Номер варианта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$W_2(p)$	$\frac{K_2}{p}$			$\frac{K_2}{T_2 p + 1}$			$\frac{K_2}{T_2 p + 1}$		
$W_3(p)$	$\frac{K_3}{T_3^2 p^2 + 2dT_3 p + 1}$			$\frac{K_3}{p(T_3 p + 1)}$			$\frac{K_3}{T_3^2 p^2 + 2dT_3 p + 1}$		
K_1	4.1	21	12	6	18	25	17	7	6
K_2	2.0	2.0	2.0	2.0	1.4	2.0	1.5	2.0	2.0
T_2	-	-	-	0.1	0.13	0.05	5.0	0.25	0.017
K_3	2.5	1.0	0.9	1.5	2.0	2.1	3.3	1.25	2.0
T_3	0.03	0.025	0.04	0.15	0.025	0.013	0.05	0.017	0.25
d	0.3	0.5	0.4	-	-	-	0.4	0.5	0.7
t_{II} [с]	2	1	2	2	1	1	3	1	2
σ %	10	20	20	10	20	20	20	10	20

4.3. Добавить корректирующее звено в систему управления. Получить графики переходных процессов в скорректированной системе для

$r(t)$, $y(t)$, $e(t)$, $u(t)$, где $r(t) = 1(t)$ и убедиться, что показатели качества переходных процессов соответствуют заданным. Путем численного моделирования проверить соответствие заданным расчетным требованиям величины ошибки в равновесном режиме (для статических систем) и величины скоростной ошибки (для астатических систем) в скорректированной системе.

4.4. Изменяя параметры корректирующего звена на 20 %, исследовать их влияние на показатели качества переходных процессов в системе управления. Сравнить показатели качества переходных процессов с результатами п.4.3.

5. Содержание отчета

- 5.1. Цель работы.
- 5.2. Структурные схемы системы без коррекции и с коррекцией.
- 5.3. ЛАЧХ исходной системы, желаемая ЛАЧХ разомкнутой системы и ЛАЧХ корректирующего звена.
- 5.4. Передаточная функция корректирующего звена.
- 5.5. Переходные процессы по п.4.1, 4.3, 4.4.

6. Контрольные вопросы

- 6.1. Какая часть ЛАЧХ определяет свойства системы в статическом режиме?
- 6.2. Какая часть ЛАЧХ определяет свойства системы в динамике?
- 6.3. Как по передаточной функции системы построить ее асимптотическую ЛАЧХ?
- 6.4. Как учитываются внешние возмущения при синтезе регулятора?
- 6.5. Как связаны показатели качества замкнутой системы с видом желаемой ЛАЧХ?
- 6.6. Как по ЛАЧХ корректирующего звена восстановить его передаточную функцию?