

Санкт-Петербургский Национально Исследовательский Университет
информационных технологий, механики и оптики
Кафедра систем управления и информатики

Электромеханические системы

Отчет по лабораторной работе №2

Выбор двигателя для САУ

Вариант №8

Работу

выполнили:

Зенкин А.М.

Карпов К.В.

Группа: Р3335

Преподаватель:

Чежин М.С.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

1. Цель работы	2
2. Варианты параметров	2
3. Ход выполнения работы	2
3.1. Схема объекта управления:	2
3.2. Расчёты требуемых параметров двигателя:	2
3.3. Бесколлекторный двигатель FL57BL01:	3
3.3.1. Расчёт параметров двигателя:	3
3.3.2. Расчёт оптимального передаточного числа:	3
3.3.3. Расчёт требуемого момента на валу двигателя:	3
3.3.4. Расчёт требуемой минимальной мощности, развиваемой на валу двигателя:	4
3.3.5. Проверка перегрузочной способности и требуемой скорости:	4
3.3.6. Произведём тепловой расчет по эквивалентному моменту:	4
3.4. Бесколлекторный двигатель FL57BL02:	4
3.4.1. Расчёт параметров двигателя:	5
3.4.2. Расчёт требуемой мощности, развиваемой на валу двигателя:	5
3.4.3. Проверка перегрузочной способности и требуемой скорости:	5
3.5. Моделирование бесколлекторного электродвигателя FL57BL01:	5
3.6. Расчёт параметров математической модели и графики переходных процессов:	5
3.7. Схема моделирования и графики переходных процессов:	6
4. Вывод	8

1. Цель работы

Выборать двигатель для САУ.

2. Варианты параметров

$m = 0,62 \text{ kg}$; $R = 0,35 \text{ m}$; Плоскость перемещения: вертикальная

$g = g_0 \cdot \sin(\omega t)$, где $g_0 = 30^\circ$, $\omega = 7.5 \text{ c}^{-1}$

3. Ход выполнения работы

3.1. Схема объекта управления:

Схема объектра управления приведена на рисунке 3.1.

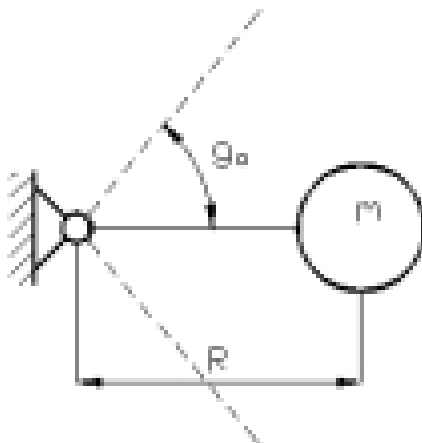


Рисунок 3.1. - схема объекта управления

3.2. Расчёты требуемых параметров двигателя:

$$\begin{aligned} J_H &= mR^2 = 0.62 \cdot 0,35^2 = 0.07595 \text{ kg} \cdot \text{m}^2; \\ \varepsilon &= \frac{d\omega}{dt} = 0.523598 \cdot 7.5 = 29.4356 \text{ red/s}; \\ M &= mgR = 2.12 \text{ H} \cdot \text{m}; \\ M_{TP} &= M_d + M_c = 2.24 + 2.12 = 4.36 \text{ H} \cdot \text{m}; \\ P_H &= (M_H + J_H \varepsilon_M) \omega_M = 4.36 \cdot 3.92 = 17.12 \text{ W}; \\ P_{dv} &= 2P_H = 17.12 \cdot 2 = 34.24 \text{ W}; \end{aligned} \tag{1}$$

3.3. Бесколлекторный двигатель FL57BL01:

Характеристики бесколлекторного электродвигателя приведены на рисунке 3.2.

	FL57BL01
Число полюсов	4
Число фаз	3
Напряжение питания, В	36
Номинальная скорость, об/мин	4000
Номинальный крутящий момент, кг • см	1,1
Мощность, Вт	46
Максимальный крутящий момент, кг • см	3,9
Максимальный ток, А	6,8
Сопротивление между линиями, Ом	1,5
Индуктивность между линиями, мГн	4,2
ЭДС обратной связи, В/1000об/мин	6,6
Момент инерции ротора, г • см ²	75
Длина А, мм	55
Масса, кг	0,5

Рисунок 3.2. - технические характеристики бесколлекторного электродвигателя

3.3.1. Расчёт параметров двигателя:

$$\begin{aligned}M_{eng.n} &= 0.1078 \text{ Nm}; \\ \omega_{eng.n} &= 418.879 \text{ rad/s}; \\ J_{eng} &= 0.0000075 \text{ kg} \cdot \text{m}^2; \\ J_p &= 0.2J_{eng} = 0.0000015 \text{ kg} \cdot \text{m}^2;\end{aligned}\tag{2}$$

3.3.2. Рассчёт оптимального передаточного числа:

$$\begin{aligned}M'_H &= \frac{M_H}{\eta} = \frac{0.1078}{0.8} = 0.1348 \text{ Nm}; \\ i_0 &= \sqrt{\frac{M'_H + J_H \varepsilon_M}{1.2 J_{eng} \varepsilon_M}} = \sqrt{\frac{2.79 + 2.2369}{1.2 \cdot 0.0000075 \cdot 29.45}} = 95\end{aligned}\tag{3}$$

3.3.3. Рассчёт требуемого момента на валу двигателя:

$$\begin{aligned}M_{req} &= \left(1.2 \cdot J_{eng} + \frac{J_H}{i^2}\right) \cdot \varepsilon_M \cdot i + \frac{M'_H}{i}; \\ M_{req} &= \left(1.2 \cdot 7.5 \cdot 10^{-6} + \frac{0.07595}{95^2}\right) \cdot 29.45 \cdot 95 + \frac{0.1348}{95} = 0.0501 \text{ Nm};\end{aligned}\tag{4}$$

3.3.4. Рассчёт требуемой минимальной мощности, развиваемой на валу двигателя:

$$P_{req.min} = 2 (M'_H + J_H \epsilon_M) \omega = 2 (0.1078 + 0.07595 \cdot 29.45) \cdot 3.9269 = 18.627 \text{ W}; \quad (5)$$

3.3.5. Проверка перегрузочной способности и требуемой скорости:

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{M_{req}}{M_{eng.n}} = \frac{0.0501}{0.10787} = 0.4648; \\ \alpha &= \frac{i_0 \omega_M}{\omega_{eng.n}} = \frac{95 \cdot 3.9269}{418.879} = 0.8906; \end{aligned} \quad (6)$$

3.3.6. Произведём тепловой расчет по эквивалентному моменту:

$$\begin{aligned} M_{equiv} &= \sqrt{\frac{M_{n.avg}^2}{i} + 1.2 \left(J_{eng} + \frac{J_{eng}}{i^2} \right)^2 i_0^2 \epsilon_{avg}^2} = 0.5732 \text{ H} \cdot \text{m} \\ \epsilon_{avg} &= \frac{g_0 \cdot \omega^2}{\sqrt{2}} = \frac{0.5235 \cdot 7.5^2}{\sqrt{2}} = 20.826 \frac{\text{rad}}{\text{с}^2}; \\ M_{equiv} &= \sqrt{\frac{4.3635^2}{95} + 1.2 \left(7.5 \cdot 10^{-6} + \frac{7.5 \cdot 10^{-6}}{95^2} \right)^2 \cdot 95^2 \cdot 20.826^2} = 0.0575 \text{ N} \cdot \text{m}; \end{aligned} \quad (7)$$

3.4. Бесколлекторный двигатель FL57BL02:

Характеристики бесколлекторного электродвигателя приведены на рисунке 3.3.

	FL57BL02
Число полюсов	4
Число фаз	3
Напряжение питания, В	36
Номинальная скорость, об/мин	4000
Номинальный крутящий момент, кг • см	2,2
Мощность, Вт	99
Максимальный крутящий момент, кг • см	7
Максимальный ток, А	11,5
Сопротивление между линиями, Ом	0,7
Индуктивность между линиями, мГн	2,16
ЭДС обратной связи, В/1000об/мин	6,6
Момент инерции ротора, г • см ²	119
Длина А, мм	75
Масса, кг	0,75

Рисунок 3.3. - технические характеристики бесколлекторного электродвигателя

3.4.1. Расчёт параметров двигателя:

$$\begin{aligned}M_{eng.n} &= 0.2157 \text{ Nm}; \\ \omega_{eng.n} &= 418.879 \text{ rad/s}; \\ J_{eng} &= 0.0000119 \text{ kg} \cdot \text{m}^2; \\ J_p &= 0.2 J_{eng} = 0.00000238 \text{ kg} \cdot \text{m}^2;\end{aligned}\tag{8}$$

3.4.2. Расчёт требуемой мощности, развиваемой на валу двигателя:

$$P_{req.min} = 2 (M'_H + J_H \varepsilon_M) \omega = 19.686 \text{ W};\tag{9}$$

3.4.3. Проверка перегрузочной способности и требуемой скорости:

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{M_{req}}{M_{eng.n}} = 0.3; \\ \alpha &= \frac{i_0 \omega_M}{\omega_{eng.n}} = 0.7218;\end{aligned}\tag{10}$$

Для выполнения поставленной задачи выбираем первый двигатель.

3.5. Моделирование бесколлекторного электродвигателя FL57BL01:

3.6. Расчёт параметров математической модели и графики переходных процессов:

$$\begin{aligned}K_Y &= \frac{U_H}{U_m} = \frac{36}{10} = 3.6; \\ K_d &= \frac{1}{R} = \frac{1}{1.5} = 0.667 \text{ Om}^{-1}; \\ K_M &= \frac{M_{eng}}{I_H} = \frac{0.1078}{1.277} = 0.0844 \frac{\text{Nm}}{\text{A}}; \\ J_\Sigma &= J_d + J_p + \frac{J_H}{i_p^2} = 0.003533 \text{ kg} \cdot \text{m}^2; \\ K_E &= \frac{U_H}{\omega} = \frac{36}{418.87} = 0.0859 \frac{\text{B} \cdot \text{min}}{\text{rot}}; \\ K &= \frac{K_y}{K_E \cdot i_p} = 0.4409 \frac{\text{rot}}{\text{B} \cdot \text{min}}; \\ K_f &= \frac{R}{K_M K_E i_p^2} = 0.0229 \frac{\text{A} \cdot \text{V} \cdot \text{min} \cdot \text{Om}}{\text{N} \cdot \text{rot}}; \\ T_m &= \frac{R J_\Sigma}{K_M K_E} = 0.0036 \frac{\text{A} \cdot \text{V} \cdot \text{min} \cdot \text{Om} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{N} \cdot \text{rot}};\end{aligned}\tag{11}$$

3.7. Схема моделирования и графики переходных процессов:

Схема моделирования бесколлекторного электродвигателя приведена на рисунке 3.4. Графики переходных процессов приведены на рисунках 3.5 и 3.6.

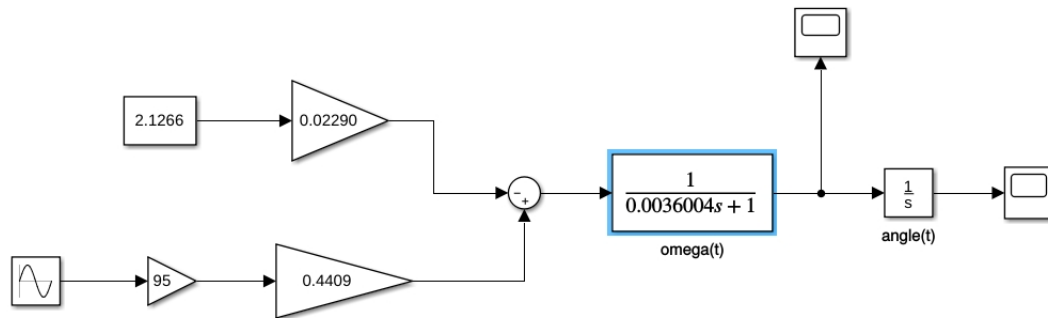


Рисунок 3.4. - схема моделирования электромеханического двигателя

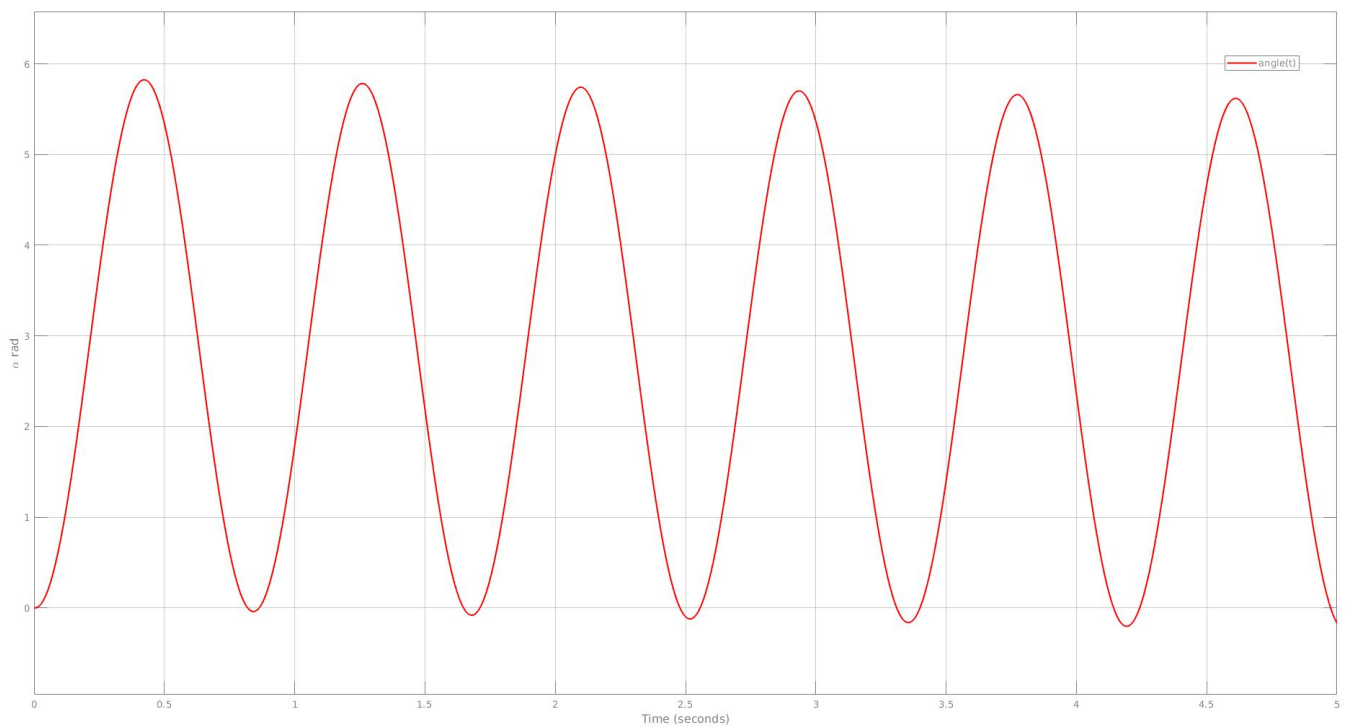


Рисунок 3.5. - график переходного процесса $\alpha(t)$

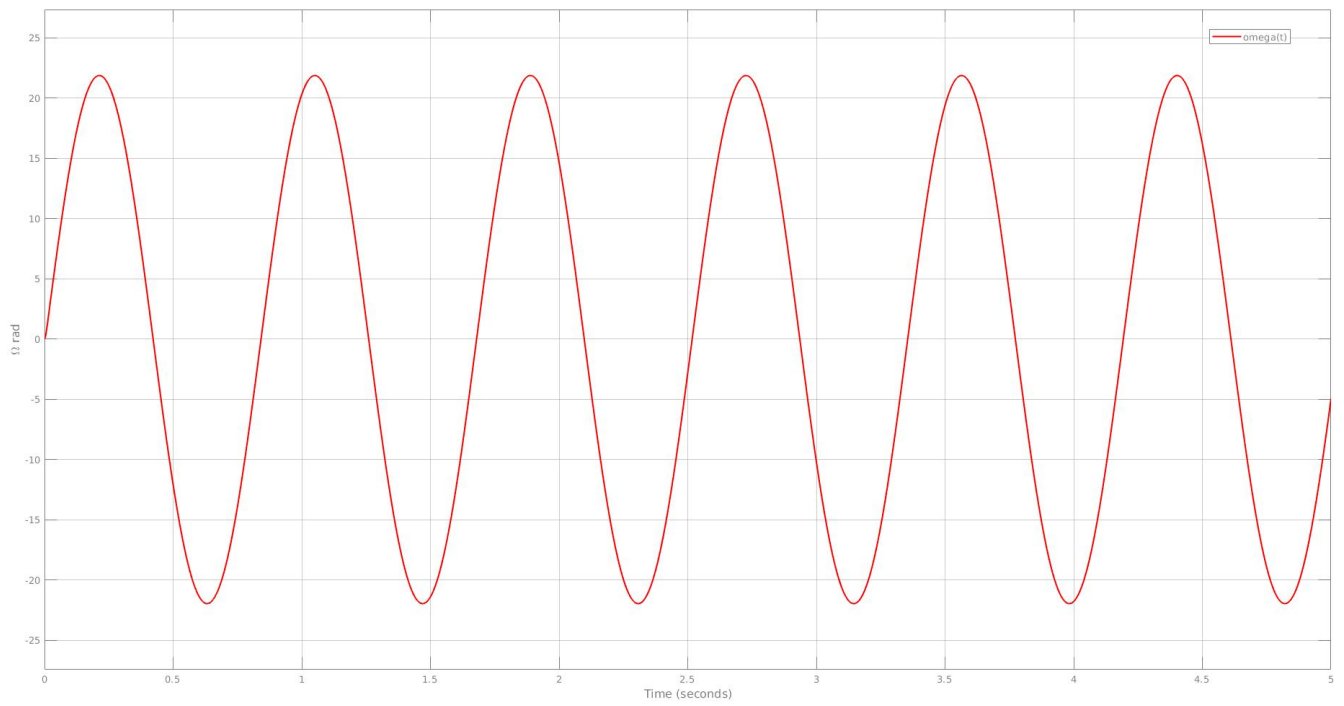


Рисунок 3.6. - график переходного процесса $\omega(t)$

4. Вывод

В данной лабораторной работе были рассмотрены два двигателя для САУ - бесколлекторного электродвигателя FL57BL01 и FL57BL02, после был выбран более подходящий двигатель для поставленной задачи - FL57BL01. Далее были построены графики переходных процессов угла и скорости от времени. Данные графики практически полностью совпадают с условиями поставленной задачи. Скорость отличается на 0.1 рад, а угол на 3 градуса.