Санкт - Петербургский

политехнический университет Петра Великого

Институт металлургии, машиностроения и транспорта

Кафедра “ Компьютерные технологии в машиностроении”

Отчет по лабораторной работе №1

Дисциплина: “Теория автоматического управления”

Тема: “Выбор двигателя”

Студент группы 43327/1 Шибаев С.С.

Преподаватель Полищук М.Н.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2019

Санкт-Петербург

2019 г.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

## *Цель работы* — изучить принципы построения следящего привода электромеханического промышленного робота, состав и назначение его отдельных элементов, существо и последовательность выполнения отдельных этапов проектирования.

*Задачи работы* — выбрать электрический двигатель постоянного тока для следящего привода степени подвижности электромеханического промышленного робота, определить характеристики двигателя и передаточное отношение редуктора.

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

1 – Вариант № 26:

2 – конфигурация Б;

3 – степень подвижности β;

4 – геометрические параметры R0β =0,2 м Rсхβ =0,1 м;

5 – массы m элементов mcx=0,5 кг;

6 – масса детали *m*д=2,5 кг;

7 – максимальная угловая скорость ωмах=4 рад/с;

8 – максимальное угловое ускорение εмах=30 рад/с2;

9 – допустимая ошибка δmax=10-3 рад;

10 – технологическое усилие *F*Т=8 Н;

11 – время переходного процесса *t*m=0,2 с.

Кинематическая схема робота представлена на рисунке 1:

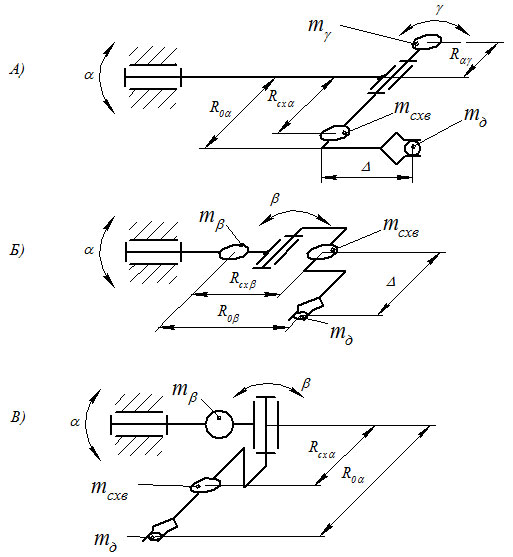


Рисунок 1 — Схема вращательной степени подвижности

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

## 1 Состав следящей системы

В данной работе рассматривается система автоматического управления, которая включает следующие основные элементы:

* исполнительную механическую часть – степень подвижности (вращательную или поступательную) контурного электромеханического промышленного робота;
* привод – электрический привод постоянного тока с независимым возбуждением;
* передачу – редуктор;
* датчики положения и скорости;
* функциональные блоки – корректирующие звенья, обеспечивающие устойчивость системы с обратной связью, нужное качество переходных процессов и требуемую точность управления.

## 2 Задачи и этапы проектирования следящей системы

Задачей проектирования является выбор двигателя, построение закона управления определение динамических характеристик спроектированной системы управления с обратной связью, расчёт параметров корректирующих устройств.

Проектирование включает несколько этапов, которые выполняют в следующей последовательности:

* по кинематической схеме и исходным данным определяют максимальное значение *J*н момента инерции нагрузки и максимальное значение *M*н момента сил нагрузки для вращательной степени (соответственно максимальную массу *m*Н нагрузки и максимальное значение *F*н силы нагрузки для поступательной степени);
* по исходным данным для проектирования ω*m*, ε*m*, δ*m* (или соответственно *vm*, *wm*, *еm*) и рассчитанным значениям *J*н, *M*н(*m*н, *F*н) выбирают электрический двигатель постоянного тока и передаточное отношение редуктора;
* выполняют синтез элементов системы управления с использованием последовательного корректирующего звена в основном контуре управления и корректирующего звена в цепи локальной обратной связи двигателя;
* проверяют свойства системы и соответствие ее характеристик значениям, определенным в техническом задании.

В случае поступательной степени подвижности мощность двигателя должна позволить преодолеть максимальную силу нагрузки при максимальной линейной скорости ее перемещения.

Максимальный момент *Mн* сил нагрузки находят по формуле

(1)

где *M*т — технологический момент, рассчитываемый по данному в задании технологическому усилию *F*т на схвате; *M*в — момент, обусловленный действием сил тяжести и сил трения.

Зная максимальную угловую скорость нагрузки *wm*, определяют потребную мощность *Р* двигателя:

(2)

где *kз* — коэффициент запаса (*k*з= 1,2 … 1,5), который учитывает возможное увеличение потребной мощности для динамических режимов движения, а также КПД двигателя и передачи.

Для вращательной степени подвижности потребный момент *Mп* двигателя определяют для режима заданного движения ϕз(*t*) с максимальным угловым ускорением ε*m* по формуле

(3)

где *Jр* — приведенный момент инерции редуктора[[1]](#footnote-1); *J*н — максимальный момент инерции нагрузки; *i* — передаточное отношение редуктора; η — КПД редуктора.

Максимальное (и минимальное) значение момента инерции *JН* нагрузки вычисляют согласно стандартным методам теоретической механики, а для передаточного отношения редуктора используют формулу

 (4)

Выбранный двигатель проверяют по развиваемому моменту

(5)

Процесс выбора двигателя носит итерационный характер. Если условие (4) выполнено, то двигатель удовлетворяет требованиям по мощности и моменту. Если это условие не выполнено, то необходимо выбрать другой двигатель (с большим номинальным развиваемым моментом) и повторить проверку.

**ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ**

Для начала необходимо определить *M*т — технологический момент и *M*в — момент, обусловленный действием сил тяжести и сил трения:

тогда найдем *Mн* сил нагрузки находят по формуле

Зная максимальную угловую скорость нагрузки , определяют потребную мощность *Р* двигателя:

Ищем максимальный момент инерции нагрузки

Исходя из полученной мощности можно выбрать двигатель постоянного тока так, чтобы его мощность была выше, чем потребная. Проверим первый удовлетворяющий этому условию двигатель – ДП-40. Его характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Характеристики двигателя ДП-40

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Двигатель | *P*, Вт | *Мдн*, Н·м | ω*дн*, рад/с | *Jд*, кг·м2 | *uд*н, В | *Iдн*, А | *R*, Ом | *L*, мГн |
| ДП-40 | 40 | 0,09 | 300 | 190·10-4 | 27 | 2,0 | 4,0 | 2,0 |

По формуле (3) определим момент двигателя для режима движения с максимальным линейным ускорением. КПД примем равным 0,9, а передаточное отношение редуктора

Так как 47,2 > 0,09, двигатель ДП-40 не подходит для данной следящей системы. Выберем более мощный двигатель, учитывая, что при прочих равных характеристиках лучше всего использовать тот, который имеет наибольший номинальный вращающий момент, минимальный момент инерции ротора, меньшие массу и габаритные размеры. Модель ДК1-1,7 выглядит подходящей под данное выше описание. В таблице 2 приведены характеристики данного агрегата.

Таблица 2 — Характеристики двигателя ДК1-1,7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Двигатель | *P*, Вт | *Мдн*, Н·м | ω*дн*, рад/с | *Jд*, кг·м2 | *uд*н, В | *Iдн*, А | *R*, Ом | *L*, мГн |
| ДК1-1,7 | 170 | 1,7 | 100 | 1,1·10-3 | 110 | 6,5 | 5,0 | 2,5 |

Выполним проверку по формуле (2). КПД остаётся равным 0,9, а передаточное отношение редуктора

Так как полученный потребный момент меньше, чем номинальный развиваемый момент двигателя *Мдн* = 1,70 , данная модель удовлетворяет требованиям нашей следящей системы. Окончательно выбираем двигатель ДК1-1,7.

**ВЫВОДЫ**

В результате работы был выбран электрический двигатель постоянного тока для следящего привода степени подвижности электромеханического промышленного робота. Данный процесс выбора носил итерационный характер, рассматривались разные варианты агрегатов. В итоге был выбран двигатель ДК1-1,7, обладающий мощностью 170 Вт и номинальным развиваемым моментом 1,7 Н·м. От других похожих моделей данная отличается большим развиваемым моментом, что является плюсом. В ходе работы также были изучены теоретические сведения о составе следящей системы, задачах и этапах её проектирования, а также проведено ознакомление с промышленными роботами типа "*Pragma*".

1. [↑](#footnote-ref-1)