1. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И КРИВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НЕЗАВИСИМОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

(пример решение приведен ниже)

**Вариант 10**

Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения, имеющего следующие паспортные данные : мощность на валу Рном=2,2 кВт; ток Iном = 10,9 А; КПД ηном = 0,92, скорость вращения якоря ωном = 314,1 с-1, рассчитать и построить:

1. естественные механическую и электромеханическую характеристики;
2. искусственные механическую и электромеханическую характеристики; при включении в цепь якоря добавочного сопротивления Rд = 0,4 Ом; определить частоту вращения якоря двигателя для момента сопротивления Мс = 0,85⋅Мном при работе двигателя на естественной и искусственной характеристиках;
3. пусковую диаграмму, если токи переключения равны I1 = 2,2⋅Iном и I2 = 1,4⋅Iном; определить сопротивления ступеней пускового реостата;
4. механическую и электромеханическую характеристики торможения противовключением со скорости, соответствующей заданному моменту сопротивления, при работе двигателя на естественной и искусственной характеристиках; определить тормозное сопротивление Rт, если допустимое значение тока якоря Iдоп.т = 3⋅Iном;
5. кривые переходного процесса при пуске и торможении;

суммарный приведенный момент инерции 0,223 кг .м2.

**Вариант 13**

Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения , имеющего следующие паспортные данные : мощность , потребляемая двигателем , Р=111,73 кВт ; частоту вращения якоря nном = 1500 об/мин ; напряжение Uном=220 В; КПД ηном  = 0,895, рассчитать и построить:

1. естественные механическую и электромеханическую характеристики;
2. искусственные механическую и электромеханическую характеристики; при включении в цепь якоря добавочного сопротивления Rд  = 0,035 Ом ; определить скорость вращения якоря двигателя для момента сопротивления Мс=1,12⋅Мном при работе двигателя на естественной и искусственной характеристиках;
3. пусковую диаграмму для четырехступенчатого пуска, если ток переключения I2=1,33⋅Iном; определить сопротивления ступеней пускового реостата;
4. механическую и электромеханическую характеристики динамического торможения со скорости, соответствующей заданному моменту сопротивления, при работе двигателя на естественной и искусственной характеристиках; определить тормозное сопротивление Rт, если допустимое значение тока якоря Iдоп.т=2,5⋅Iном;
5. кривые переходного процесса при пуске и торможении;

суммарный приведенный момент инерции 0,223 кг .м2.

Пример решения

Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения , имеющего следующие паспортные данные : мощность на валу Pном = 2,2 кВт ; напряжение Uном = 220 В ; ток Iном = 13 А ; частота вращения якоря nном = 1000 об/мин; КПД ηном = 0,7, суммарный приведенный момент инерции 0,223 кг .м2.

Рассчитать и построить:

1. естественную электромеханическую характеристику;
2. пусковую диаграмму для одноступенчатого пуска , если допустимый ток Iдоп.п = 2,65⋅Iном; определить величину сопротивления пускового реостата Rп;
3. электромеханическую характеристику динамического торможения, если в начале торможения скорость двигателя была ωном; определить величину тормозного сопротивления Rт, включение которого в цепь якоря ограничивало бы силу тока якоря до Iдоп.т = 3⋅Iном;
4. кривые переходного процесса при пуске;
5. кривые переходного процесса при торможении;

/значение суммарного приведенного момента инерции взять из примера предыдущего раздела/.

### Решение

1. Для построения естественной характеристики, которая представляет собой прямую линию, достаточно определить координаты двух точек: номинального режима и холостого хода.
	1. Определяем номинальную угловую скорость

* 1. Определяем номинальный момент

* 1. Определяем постоянную с = кФном

* 1. Определяем сопротивление якоря

* 1. Определяем скорость холостого хода

* 1. По координатам точек холостого хода /ω0, 0/ и номинального режима

/ωном, Iном/ строим естественную электромеханическую характеристику

 /характеристика 1, рисунок 2.1/.

Рисунок 2.1 – Естественная механическая характеристика

1. Для построения пусковой характеристики достаточно определить координаты двух точек, соответствующие режимам холостого хода и короткого замыкания.
	1. Определяем значение допустимого тока якоря при пуске

* 1. Определяем величину сопротивления пускового реостата

* 1. Определяем ток переключения для m = 1

 где

* 1. По координатам точек холостого хода /ω0, 0/ и короткого замыкания /0, I1/ строим пусковую электромеханическую характеристику /характеристика 2, рисунок 2.1/.
1. Электромеханическую характеристику динамического торможения строим по координатам двух точек /0, 0/ и /ω0, Iдоп.т/.
	1. Определяем значение допустимого тока якоря при торможении

* 1. Определяем величину тормозного сопротивления

 где



* 1. Электромеханическая характеристика динамического торможения показана на рисунке 2.1 /характеристика 3/.
1. Расчет данных для построения кривых переходного процесса при пуске производится по уравнениям:

* 1. Расчет для первой ступени пуска /разгон по пусковой характеристике – 2/
		1. Определяем значения токов

установившееся Ic = Iном = 13 А

начальное Iнач  = I1 = 34,45 A

* + 1. Определяем значения скорости двигателя

установившееся при Ic = Iном = 13 А

начальное 

* + 1. Определяем электромеханическую постоянную времени

* + 1. Расчетные формулы для первой ступени пуска примут вид:

* + 1. Определяем время разгона на первой ступени пуска

* + 1. Подставляя в расчетные формулы ряд значений t от t1 = 0 до t1 = 0,54 c, получаем значения ω и i, которые сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1- Расчетные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t1, c | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,54 |
| ω, c-1 | 0 | 14,13 | 25,9 | 35,74 | 43,93 | 50,75 | 53 |
| I, A | 34,45 | 30,88 | 27,91 | 25,43 | 23,36 | 21,64 | 21,1 |

* 1. Расчет для второй ступени пуска /разгон по естественной

 характеристике – 1/.

* + 1. Определяем значения скорости двигателя,

установившееся при Ic = Iном = 13 A

начальное при I1 = 34,45 A

* + 1. Определяем электромеханическую постоянную времени
		2. Расчетные формулы для второй ступени пуска примут вид:

* + 1. Определяем время разгона на второй ступени пуска
		2. Подставляя в расчетные формулы ряд значений t от t2 = 0 до

t2 = 1,16 с, получаем значения ω и i, которые сведены в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Расчетные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t2, c | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,16 |
| ω, c-1 | 53 | 76,12 | 88,96 | 96,09 | 100,0 | 102,25 | 105 |
| i, A | 34,45 | 24,91 | 19,61 | 16,67 | 15,04 | 14,13 | 13 |

4.3 По данным расчета строим кривые переходного процесса при пуске

 ω = f(t) и i = f(t), которые показаны на рисунке 2.2

Рисунок 2.2 - Кривые переходного процесса при пуске ω = f(t) и i = f(t)

1. Расчет данных для построения кривых переходного процесса при торможении производится по уравнениям:

 5.1 Определяем абсолютное значение перепада скорости двигателя

 /см. рисунок 2.1/.

 где:

 Определяем электромеханическую постоянную времени

5.2 Расчетные формулы примут вид:

 5.3 Определяем время торможения

5.4 Подставляя в расчетные формулы ряд значений t от tт = 0 до tт = 0,985 c , получаем значения ω и i, которые сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, c | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,985 |
| ω, c-1 | 105 | 70,6 | 44,7 | 25,14 | 10,36 | 0 |
| i, A  | -39 | -26,23 | -16,6 | -9,33 | -3,85 | 0 |

5.5 По данным расчета строим кривые переходного процесса при торможении ω = f(t) и i=f(t), которые показаны на рисунке 2.3.

Рисунок 2.3 - Кривые переходного процесса при торможении ω = f(t) и i=f(t)