

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідуючий кафедри автомобільної електроніки

д.т.н., професор

О.В. Бажинов

« ____ » _____ 2015 р.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

проведення практичного заняття № 6 з дисципліни „Теорія електроприводу”

Тема: Пуск двигуна незалежного збудження до основної швидкості.

Навчальна група 4РЕ.

Дата: _____

Час: _____

Місце проведення заняття: _____

Цільова настанова: Вміти практично проводити розрахунки моменту інерції та махового моменту електроприводу.

Навчальна література:

1. Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. М.:Энергия, 1979. – 616 с.
2. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода.– М.:Энергия, 1971–432с.
3. Теорія електропривода. Під ред. М.Г.Поповича.– К.: Вища школа, 1993 – 493с.
4. Сергієнко О.Ю., Тирса В.В. Методичні вказівки до курсового проектування “Розрахунки пускового та гальмівного режимів автоматизованого електроприводу на асинхронному двигуні”.– Х.: ХНАДУ, 1998. – 24с.
5. М.М. Кацман Электрические машины и электропривод автоматических устройств. М.: Высшая школа, 1987. – 335 с.

Практическое занятие № 6

Задача № 1. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения типа П51 с параметрами: $P_{ном} = 11$ кВт, $U = 220$ В, $I_{ном} = 59$ А, $n_{ном} = 3\ 000$ об/мин., $J = 0,0873$ кг·м², $\eta_{ном} = 0,845$ пускается при помощи двухступенчатого пускового реостата.

Рассчитать и построить кривые $\omega = f(t)$ и $i = f(t)$ при пуске, если $M_c = x \cdot M_{ном}$ и соответственно ток статической нагрузки $I_c = x \cdot I_{ном}$.

Вариант	x	Вариант	x
1	0,4	15	0,56
2	0,42	16	0,57
3	0,44	17	0,58
4	0,45	18	0,59
5	0,46	19	0,6
6	0,47	20	0,4
7	0,48	21	0,42
8	0,49	22	0,44
9	0,5	23	0,45
10	0,51	24	0,46
11	0,52	25	0,47
12	0,53	26	0,48
13	0,54	27	0,49
14	0,55	28	0,5

Решение. Номинальное сопротивление двигателя

$$R_{ном} = \frac{U_{ном}}{I_{ном}}, \text{ Ом.}$$

Коэффициент полезного действия двигателя при номинальной нагрузке

$$\eta_{ном} = \frac{1000 \cdot P_{ном}}{U_{ном} I_{ном}}.$$

Сопротивление якоря двигателя

$$R_{я} \approx 0,5(1 - \eta_{ном}) \frac{U_{ном}}{I_{ном}} \approx 0,5(1 - \eta_{ном}) R_{ном}, \text{ Ом.}$$

Пусковое сопротивление рассчитываем графическим методом (рис. 1). Задаемся максимальным пусковым током:

$$I_1 = I_{max} = 2I_{ном}, \text{ А.}$$

Для пуска в две ступени графически подбираем минимальный пусковой ток:

$$I_2 = I_{min} = 0,7 \dots 0,8 I_{ном} \text{ А.}$$

Из построения, выполненного на рис. 1, определяем сопротивления пускового реостата:

$$R_{p1} = \frac{ef}{ag} R_{ном}, \text{ Ом.}$$

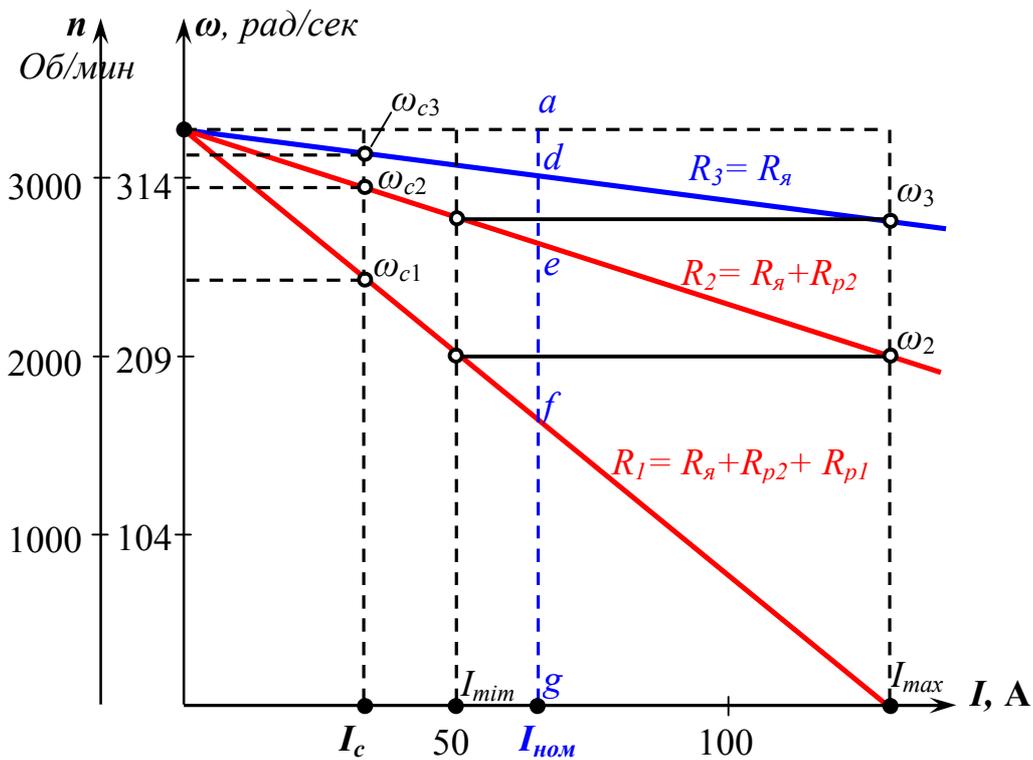


Рис. 1. К расчету пускового реостата

$$R_{p2} = \frac{de}{ag} R_{ном}, \text{ Ом.}$$

Номинальная скорость двигателя:

$$\omega_{ном} = \frac{2\pi n_{ном}}{60}, \text{ рад/сек.}$$

Коэффициент двигателя

$$c = \frac{U_{ном} - I_{ном} R_{я}}{\omega_{ном}}, \text{ В·рад/сек.}$$

Скорость идеального холостого хода двигателя

$$\omega_0 = \frac{U_{ном}}{c}, \text{ рад/сек.}$$

Расчет кривых переходного процесса производится по уравнениям (8.14)

$$\omega = \omega_c + (\omega_{нач} - \omega_c) e^{-\frac{t}{T_M}} \text{ и (9.4) } i = I_c + (I_{нач} - I_c) \cdot e^{-\frac{t}{T_M}}.$$

Для первой ступени пуска:

$$\omega = \omega_{c1} + (0 - \omega_{c1}) e^{-\frac{t}{T_{M1}}};$$

$$i = I_c + (I_1 - I_c) \cdot e^{-\frac{t}{T_{M1}}}.$$

Полное сопротивление цепи якоря

$$R_1 = R_{я} + R_{p1} + R_{p2} \text{ Ом.}$$

Электромеханическая постоянная времени:

$$T_{M1} = \frac{JR_1}{c^2}, \text{сек.}$$

Установившаяся скорость, отвечающая току

$$I_c = x \cdot I_{ном}, \text{А}$$

согласно рис. 1 $\omega_{c1} = \dots$ рад/сек. Расчетные формулы для первой ступени пуска примут вид (**приблизительно**):

$$\omega = 260 - 260 \cdot e^{-\frac{t}{0,39}};$$

$$i = 29,5 + (118 - 29,5) \cdot e^{-\frac{t}{0,39}} = 29,5 + 88,5 \cdot e^{-\frac{t}{0,39}}.$$

Время пуска на первой ступени:

$$t_1 = T_{M1} \ln \frac{I_1 - I_c}{I_2 - I_c} = 0,39 \cdot \ln \frac{118 - 29,5}{46 - 29,5} = 0,62 \text{сек.}$$

Подставляя в расчетные формулы ряд значений t от $t = 0$ до $t = 0,62$ сек, получаем:

Таблица 1

t , сек	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,62
ω , рад/сек						
I , А						

Для второй ступени пуска уравнения переходного процесса:

$$\omega = \omega_{c2} + (\omega_2 - \omega_{c2}) e^{-\frac{t}{T_{M2}}};$$

$$i = I_c + (I_1 - I_c) \cdot e^{-\frac{t}{T_{M2}}}.$$

Сопротивление цепи якоря

$$R_2 = R_{я} + R_{p2}, \text{Ом.}$$

Электромеханическая постоянная времени

$$T_{M2} = \frac{JR_2}{c^2}, \text{сек.}$$

Установившаяся скорость $\omega_{c1} = \dots$ рад/сек. Время пуска на второй ступени

$$t_2 = T_{M2} \ln \frac{I_1 - I_c}{I_2 - I_c} = 0,16 \cdot \ln \frac{118 - 29,5}{46 - 29,5} = 0,16 \cdot 1,6 = 0,26 \text{сек.}$$

Расчетные формулы для второй ступени пуска

$$\omega = 303 + (203 - 308) \cdot e^{-\frac{t}{0,16}} = 308 - 105 \cdot e^{-\frac{t}{0,16}};$$

$$i = 29,5 + 88,5 \cdot e^{-\frac{t}{0,16}}.$$

В этих формулах значения t изменяются от $t = 0$ до $t = 0,26$ сек. Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

t , сек	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,26
ω , рад/сек						
I , А						

Аналогично производится расчет для третьей ступени пуска (по естественной характеристике):

$$R_3 = R_{\text{я}} \text{ Ом.}$$

$$T_{M3} = \frac{JR_3}{c^2} \text{ сек.}$$

$$\omega_{c3} = 328 \text{ рад/сек.}; t_3 \approx 4T_{M3} = 0,24 \text{ сек.}$$

$$\omega = 328 + (281 - 328) \cdot e^{-\frac{t}{0,06}} = 328 - 47 \cdot e^{-\frac{t}{0,06}};$$

$$i = 29,5 + 88,5 \cdot e^{-\frac{t}{0,06}}.$$

Данные расчета сведены в табл. 3.

Таблица 3

t , сек	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,24
ω , рад/сек						
I , А						

По данным таблиц на рис. 2 построены искомые кривые $\omega = f(t)$ и $i = f(t)$.

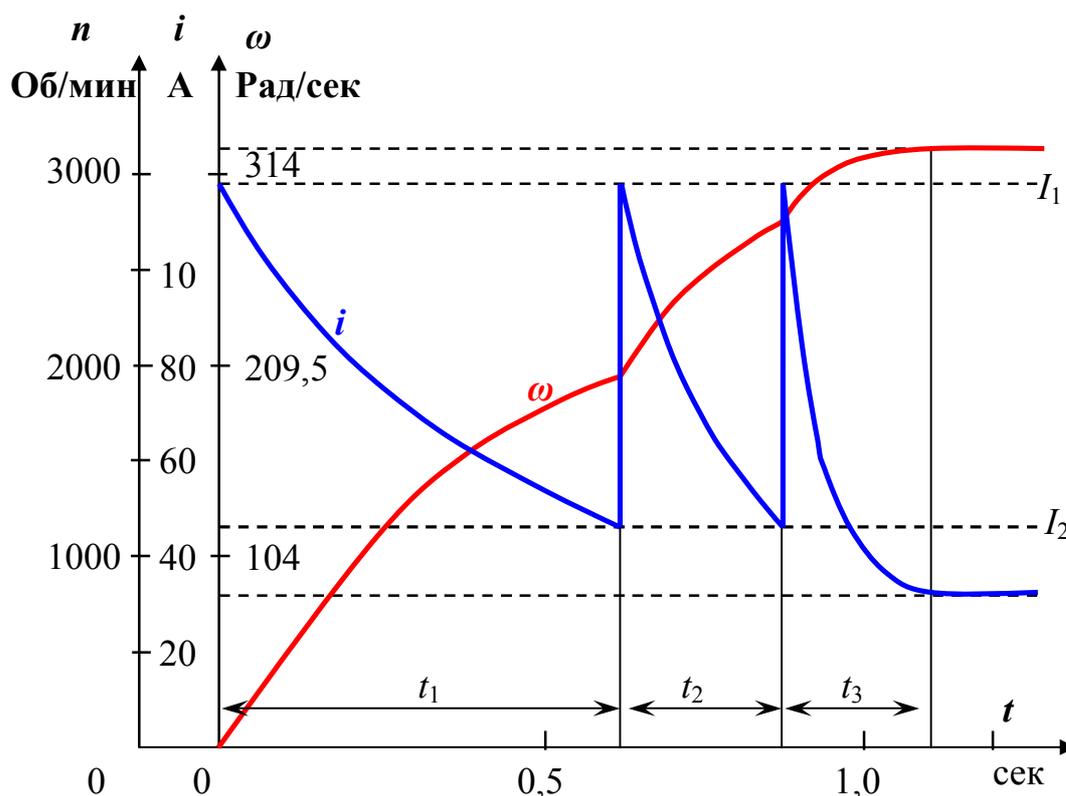


Рис. 2. Кривые $\omega = f(t)$ и $i = f(t)$ при пуске двигателя независимого возбуждения

Розробив:
 професор кафедри автомобільної електроніки
 д.т.н. проф. А.В. Гнатів