

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта -
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»
(УУКЖТ ИрГУПС)

М.Н.Кузнецов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению контрольной работы

МДК.01.02 Электроснабжение электротехнологического оборудования

для специальности

13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Базовая подготовка

среднего профессионального образования

Очная форма обучения на базе

основного общего образования / среднего общего образования

Заочная форма обучения на базе среднего общего образования

Улан-Удэ - 2023

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



УДК 621.332.3
ББК 39.217
Т-98

Кузнецов М.Н.

Т-98 МДК.01.02 Электроснабжение электротехнологического оборудования для специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) [Текст]: Методические указания по выполнению контрольной работы МДК.01.02 Электроснабжение электротехнологического оборудования для обучающихся заочной формы обучения специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) / М.Н.Кузнецов; Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта ИрГУПС. – Улан-Удэ: Сектор информационного обеспечения учебного процесса УУКЖТ ИрГУПС, 2023. –10 с.

В учебном пособии рассматривается пример выполнения домашней контрольной работы. Представлены все необходимые формулы, определен порядок выполнения домашней контрольной работы

Предназначено для обучения студентов среднего профессионального образования и может быть полезно техническим специалистам.

УДК 621.332.3
ББК 39.217

Рассмотрено на заседании ЦМК протокол №11 от 15.04.23 и одобрено на заседании Методического совета колледжа протокол №5 от 18.05.23

Механической характеристикой двигателя называется зависимость частоты вращения ротора от момента на валу $n = f(M_2)$. Так как при нагрузке момент холостого хода мал, то $M_2 \approx M$ и механическая характеристика представляется зависимостью $n = f(M)$. Если учесть взаимосвязь $s = (n_1 - n) / n_1$, то механическую характеристику можно получить, представив ее графическую зависимость в координатах n и M (рис.1).

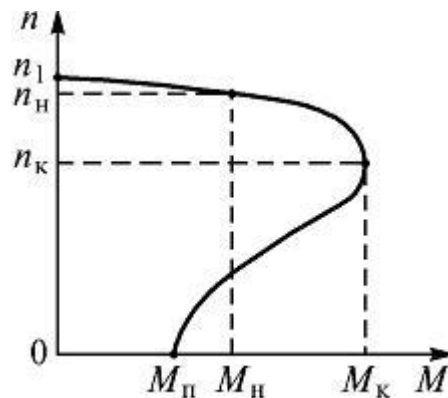


Рис.1. Механическая характеристика асинхронного двигателя

Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя соответствует основной (паспортной) схеме его включения и номинальным параметрам питающего напряжения. Искусственные характеристики получаются, если включены какие-либо дополнительные элементы: резисторы, реакторы, конденсаторы. При питании двигателя не номинальным напряжением характеристики также отличаются от естественной механической характеристики.

Механические характеристики являются очень удобным и полезным инструментом при анализе статических и динамических режимов электропривода.

Данные для расчета механических характеристик для данного привода и двигателя:

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с напряжением = 380 В при = 50 Гц.

Параметры двигателя 4АМ160S4:

$P_H = 12,5$ кВт,

$n_H = 1460$ об/мин,

$\cos\varphi_H = 0,86, z_H = 0,89, k_H = 2,2$

Определить: номинальный ток в фазе обмотки статора, число пар полюсов, номинальное скольжение, номинальный момент на валу, критический момент, критическое скольжение и построить механическую характеристику двигателя. **Решение.**

(3.1) Номинальная мощность, потребляемая из сети:

$$P_{1H} = \frac{P_H}{\eta_H} = \frac{12,5}{0,89} = 14,04$$

кВт

(3.2) Номинальный ток, потребляемый из сети:

$$I_{1H} = \frac{P_{1H}}{\sqrt{3}U_{1H} \cos\varphi_H} = \frac{14,04 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 220 \cdot 0,86} = 42,89 \text{ A}$$

(3.3) Число пар полюсов

$$p = \frac{60 f}{n_1} = \frac{60 \cdot 50}{1500} = 2$$

где $n_1 = 1500$ - синхронная частота вращения, ближайшая к номинальной частоте $n_H = 1460$ об/мин.

(3.4) Номинальное скольжение:

$$S_H = \frac{(n_1 - n_H)}{n_1} = \frac{(1500 - 1460)}{1500} = 0.03$$

(3.5) Номинальный момент на валу двигателя:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{P_H}{\frac{\pi * n_H}{30}} = \frac{12500}{\frac{3,14 * 1500}{30}} = 249,5 \text{ Н * м}$$

(3.6) Критический момент

$$M_K = k_M * M_H = 1,5 * 249,5 = 374,25 \text{ Нм.}$$

(3.7) Критическое скольжение находим подставив $M = M_H$, $s = s_H$ и $M_K / M_H = k_M$.

$$S_K = k_M S_M + \sqrt{(k_M S_M)^2 - S_M^2} = S_M (k_M + \sqrt{k_M^2 - 1}) = 0,03 (1,5 + \sqrt{2,25 - 1}) =$$

$$0.078$$

Для построения механической характеристики двигателя с помощью $n = (n_1 - s)$ определим характерные точки: точка холостого хода $s = 0$, $n = 1500$ об/мин, $M = 0$, точка номинального режима $s_H = 0,03$, $n_H = 1500$ об/мин, $M_H = 249.5$ Нм и точка критического режима $s_K = 0,078$, $M_K = 374.25$ Нм.

Для точки пускового режима $s_P = 1$, $n = 0$ находим

По полученным данным строят механическую характеристику двигателя. Для более точного построения механической характеристики следует увеличить число расчетных точек и для заданных скольжений определить моменты и частоту вращения.

Построение естественной механической характеристики двигателя

Механической характеристикой двигателя называется, зависимость частоты вращения n от момента M нагрузки на валу.

Различают естественные и искусственные характеристики электродвигателей.

Естественной механической характеристикой называется - зависимость оборотов двигателя от момента на валу при номинальных условиях работы двигателя в отношении его параметров (номинальные напряжения, частота, сопротивление и тому подобное). Изменение одного или нескольких параметров вызывает соответствующее изменение механической характеристики двигателя. Такая механическая характеристика называется искусственной.

Для построения уравнения механической характеристики асинхронного двигателя воспользуемся формулой Клоса (4.1):

$$M = \frac{2 \cdot M_k}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S}}$$

где M_k - критический момент двигателя (4.1.1);

$$M_k = 975 \cdot \frac{\lambda \cdot P_n}{n_n}$$

S_k - критическое скольжение двигателя (4.1.2);

$$S_k = S_n \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})$$

- перегрузочная способность двигателя ($\lambda = 3$);

S_n - номинальное скольжение двигателя (4.1.3):

$$S_n = \frac{n_1 - n_n}{n_1}$$

где n_n - скорость вращения ротора;

n_1 - синхронная скорость поля статора (4.1.4);

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{P}$$

где f - промышленная частота тока питающей сети, ($f = 50$ Гц) (4.1.5);

P - число пар полюсов (для двигателя 4AM132S4 $P=2$)

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{P} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ об/мин.}$$

Номинальное скольжение двигателя 4AM132S4

$$S_n = \frac{n_1 - n_n}{n_1} = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0.04$$

Критическое скольжение двигателя

$$S_k = S_n \cdot \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right) = 0.03 \cdot \left(12.5 + \sqrt{12.5^2 - 1} \right) = 0.74$$

Критический момент двигателя

$$M_k = 975 \cdot \frac{\lambda \cdot P_n}{n_n} = 975 \cdot \frac{12.5 \cdot 12.5}{1440} = 104.34 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Для построения характеристики в координатах переходят от скольжения к числу оборотов на основании уравнения

$$n = n_1 (1 - S)$$

Скольжением задаются в пределах от 0 до 1

Так для

$$S = 0 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0) = 1500 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.1 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.1) = 1350 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.2 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.2) = 1200 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.3 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.3) = 1050 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.4 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.4) = 900 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.5 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.5) = 750 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.6 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.6) = 600 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.7 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.7) = 450 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.8 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.8) = 300 \text{ об/мин};$$

$$S = 0.9 \quad n = 1500 \cdot (1 - 0.9) = 150 \text{ об/мин};$$

$$S = 1 \quad n = 1500 \cdot (1 - 1) = 0 \text{ об/мин}.$$

При тех же скольжениях находим по формуле Клоса соответствующие им моменты:

$$S = 0 \quad M = 0 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

$$S = 0.1 \quad \text{кг} \cdot \text{м}$$

$$M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.1}{0.74} + \frac{0.74}{0.1}} = 11,58$$

$$S = 0.2 \quad \text{кг} \cdot \text{м}$$

$$S = 0.3 \quad \text{кг} \cdot \text{м}$$

$$S = 0.4 \text{ кг. м}$$

$$S = 0.5 \text{ кг. м}$$

$$S = 0.6 \text{ кг. м}$$

$$S = 0.7 \text{ кг. м}$$

$$S = 0.8 \text{ кг. м}$$

$$S = 0.9 \text{ кг. м}$$

$$M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.2}{0.74} + \frac{0.74}{0.2}} = 24,12 \quad M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.3}{0.74} + \frac{0.74}{0.3}} = 31,7$$

$$M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.4}{0.74} + \frac{0.74}{0.4}} = 35,3 \quad M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.5}{0.74} + \frac{0.74}{0.5}} = 36,5 \quad M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.6}{0.74} + \frac{0.74}{0.6}} = 37$$

$$M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.7}{0.74} + \frac{0.74}{0.7}} = 36,4 \quad M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.8}{0.74} + \frac{0.74}{0.8}} = 35,3 \quad M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{0.9}{0.74} + \frac{0.74}{0.9}} = 33,8$$

$$M = \frac{2 \cdot 104,34}{\frac{1}{0.74} + \frac{0.74}{1}} = 32,3$$

$$S = 1 \text{ кг. м}$$

Пользуясь этими значениями переходим к построению естественной механической характеристики двигателя.

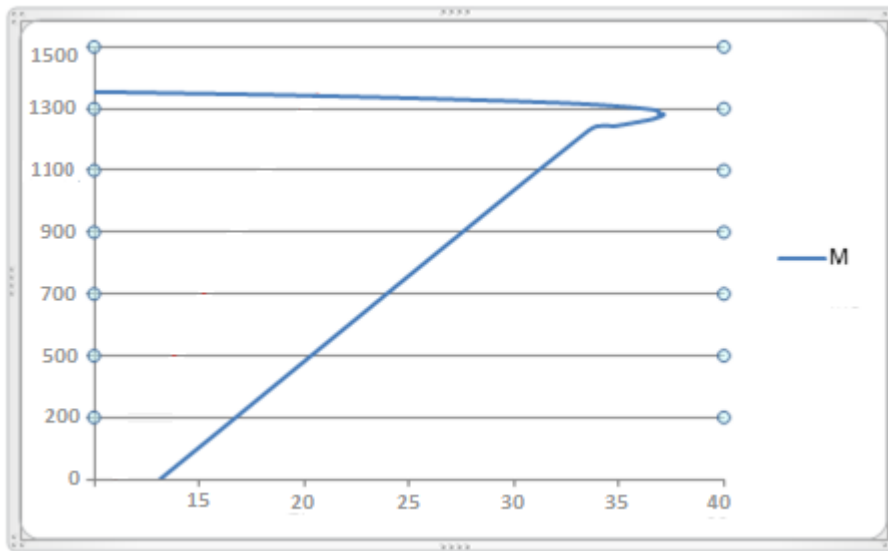


Рисунок 1: естественная механическая характеристика двигателя