**Контрольная работа № 2**

**Задание № 1**

**Расчет параметров электрической машины переменного тока и построение механической характеристики.**

 Электродвигатель – это электротехническое устройство, предназначенное для преобразования электрической энергии в механическую. Электрические машины переменного (асинхроные и синхронные) характеризуются тем, что в них возбуждается вращающееся магнитное поле. Момент вращения, развиваемый на валу электродвигателя, создается в результате взаимодействия магнитного поля и проводников с током. *Номинальный момент* МН, Н$∙$м, развивается при номинальном режиме работы электродвигателя и определяется по формуле:

, [Н$∙$м] (41)

Номинальный момент обычно соответствует скольжению S = 3 ÷ 5 %/

*Максимальный момент* ММ, Н$∙$м, развивается при критическом скольжении

ММ = λм$∙$ МН, (42)

где λМ – перегрузочная способность электродвигателя, справочное данное.

*Пусковой момент* электродвигателя МП, Н$∙$м, соответствует скольжению S = 100 % и может быть определен по формуле

 МП = λП$∙$ МН, (43)

где λП – кратность пускового момента, справочное данное.

*Мощность, потребляемая электродвигателем* из сети, Р1Н, кВт, может быть определена из формулы к.п.д.

, (44)

где Р2Н – номинальная полезная мощность электродвигателя, кВт;

Р1Н – номинальная потребляемая мощность электродвигателя, кВт;

ηН – номинальный коэффициент полезного действия двигателя.

*Номинальный* IН, А, ток, протекающий по обмоткам электродвигателя зависит от мощности, напряжения питающей сети, к.п.д. и коэффициента мощности электродвигателя и определяется по формуле

 (45)

*Пусковой* IП, А, ток асинхронного электродвигателя превышает его номинальное значение в 5 ÷ 7 раз и определяется по формуле

IП = КI$∙$IН, (46)

где КI - кратность пускового тока.

Скорость вращения магнитного поля статора относительно вращающегося ротора называют *скольжением*. При номинальной нагрузке его величина составляет от 3% до 5% и зависит от мощности двигателя.

*Номинальное скольжение* S можно определить по формуле

, (47)

где n1 – скорость вращения магнитного поля статора, об/мин;

n2Н – скорость вращения ротора, об/ мин.

*Критическое скольжение Sк* можно определить, зная номинальное скольжение.

***Расчёт и построение механических характеристик.***

Механическая характеристика представляет собой зависимость угловой скорости или частоты вращения вала от вращающегося момента на валу. Для асинхронных электродвигателей переменного тока она является ж-есткой, т.к. при изменении момента М, скорость вращения вала n изменяется мало.

Рассчитать и построить механическую характеристику для двигателя, используя формулу Клосса:

$ M^{\*}=\frac{M\_{M }^{\*}∙ \left(2 + q\right)}{\frac{S}{S\_{k}} + \frac{S\_{k}}{S} + q}$ (49)

Номинальное скольжение принимается из справочника или рассчитывается по формуле:

  $ S\_{H}= \frac{n\_{1}-n\_{2} }{n\_{1}}$ (50)

Критическое скольжение:

$ S\_{k}=\frac{\sqrt{S\_{H } ∙ A}}{1+ \sqrt{S\_{H} ∙A}}$ (51)

Для вычисления величин, входящих в формулу момента М\*, необходимо определить значения вспомогательных величин:

 $A= \frac{M\_{M}^{\*} -1}{\frac{M\_{M}^{\*}}{M\_{П}^{\*}}-1}$ (52)

 $q= \frac{\frac{1}{S\_{k}} + S\_{k} - \frac{2 ∙ M\_{M}^{\*}}{M\_{П}^{\*}} }{\frac{M\_{M}^{\*}}{M\_{П}^{\*}} -1}$ (53)

где М\*М - кратность максимального момента, Н\*м

  (54)

 М\*П - кратность пускового момента, Н\*м

  (55)

Для проверки правильности предыдущих расчетов определить моменты двигателей по формуле Клосса: при скольжении равном номинальному SH момент М\* должен быть равным 1.

Определить значения моментов и угловой скорости при различных значениях скольжения от 0 до 1. Данные расчетов занести в таблицу 6.

**Таблица 6** - Данные для построения механической характеристики.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **S** | **S/SK** | **SK/S** | **S/SK + SK/S+ q** | **M\*** |  **= 1 -S** |
| **0** |  |  |  |  |  |
| **SH** |  |  |  |  |  |
| **0.1** |  |  |  |  |  |
| **0.2** |  |  |  |  |  |
| **SK** |  |  |  |  |  |
| **0.4** |  |  |  |  |  |
| **…** |  |  |  |  |  |
| **1** |  |  |  |  |  |

***Задание на расчет***

Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, номинальная мощность которого РН, включен в сеть с номинальным напряжением UН, с частотой f = 50 Гц.

Определить:

* Номинальный IН и пусковой IП токи
* Номинальный МН, пусковой МП и максимальный ММ моменты
* Полные потери в двигателе при номинальной нагрузке ∆РН
* Построить механические характеристики М\* = f1(ω) и n = f2( M )

Данные для расчета принять из таблицы № 7

**Таблица 7** – Исходные данные для расчета задачи № 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **UH, B** | **PH, кВт** | **SH, %** | **η** | **cosφH** | **p** | **MM/MH** | **MП/MH** | **IП/IH** |
| 11 | 220 | 22 | 3 | 0,88 | 0,9 | 1 | 2,2 | 1,1 | 6,5 |

**Задание № 2**

**Расчет параметров трансформатора и построение характеристик**

Трансформатор – электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения.

*Номинальный ток* первичной обмотки трансформатора I1Н, А, зависит от его мощности SH и величины питающего напряжения UН

  (56)

*Ток холостого хода* трансформатора I0, А, определяется по формуле

  (57)

Тогда *коэффициент мощности* холостого хода трансформатора cosφ0 будет равен

 , (58)

где Р0 – мощность потерь холостого хода, Вт

*Угол магнитных потерь δ* трансформатора равен

 δ = 900 – φ0 (59)

Далее необходимо определить величины сопротивления обмоток трансформатора.

Сопротивления короткого замыкания:

- *полное сопротивление обмотки*, Zk*,* Ом

 , (60)

где Uкф – напряжение короткого замыкания трансформатора, В

 IКФ – короткого замыкания на фазу, А.

Определить Uкф можно, использовав справочное значение напряжения короткого замыкания трансформатора Uк%, по формуле

 Uкф = UН $∙$Uк% (61)

Для определения значения тока IКФ, А, необходимо использовать формулу

 IКФ = $\sqrt{3∙}$I0 (62)

- *активное сопротивление обмотки* rк, Ом

 , (63)

где РК – мощность потерь короткого замыкания, Вт

 IК – ток к.з. принять равным току первичной обмотки, А

 - *индуктивное сопротивление обмотки*, xК, Ом

  (64)

- *активное, индуктивное сопротивления первичной обмотки*, соответственно, определяются по формулам

  (65)

  (66)

- *активное, индуктивное сопротивления вторичной обмотки,* соответственно, по формулам

  и , (67)

где К – коэффициент трансформации силового трансформатора

  (68)

- *полное* z0, *активное* r0, *индуктивное* x0 *сопротивления намагничивающей цепи,* соответственно равно

 , ,  (69)

Для построения внешней характеристики U2 = f1(β) необходимо определить потерю напряжения во вторичной обмотке трансформатора по формуле

 , (70)

где Uа% - активное падение напряжения

 UP% - реактивное падение напряжения

Рассчитать активное падение напряжения Ua% можно по формуле

 Ua% = Uk% cosφk ,  (71)

 cosφк = rk/zk (72)

Определить реактивное падение напряжения Uр% можно по формуле  (73)

Задаваясь значениями β от 0 до 1, подсчитывают ∆U2%. Данные заносятся в таблицу 8.

Задаваясь различными значениями β, определяют напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора

  (74)

Данные расчётов сводят в таблицу 8.

Значения к.п.д. η при различных значения коэффициента нагрузки β определяют по формуле

  (75)

Данные расчётов сводят в таблицу 8.

**Таблица 8** - Данные расчётов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **β** | **∆U2, %** | **U2 , B** | **η** |
|  | 0,010,0250,050,10,2…0,91,0 |  |  |  |

По данным таблицы 8 строят внешнюю характеристику U2 = f1 (β) и зависимость η = f2 (β) для cosφ2 = 0.

Необходимо определить к.п.д. при β = 0,7 и cos φ2 = 1, и при β = 0,7 и cosφ2 = 0,75.

***Задание для расчета.***

Для трёхфазного трансформатора, параметры которого заданы в таблице 9, определить:

* Коэффициент мощности холостого хода cos0
* Коэффициент мощности cosφ при β = 0,7 и cosφ = 1; β = 0,7 и cosφ = 0,75
* Сопротивления первичной и вторичной обмоток: r1, x1 и r2 , x2
* Расчётные сопротивления z0 , r0, x0
* Угол магнитных потерь δ.
* Построить векторную диаграмму трансформатора для нагрузки β = 0,7 и cosφ2 = 0,75.
* Задаваясь значениями β от 0 до 1, построить внешнюю характеристику

U2 = f1 (β) и зависимость η = f2 (β) для cosφ2 = 0.75.

* Данные расчетов занести в таблицу 8
* Начертить Т-образную схему замещения

**Таблица 9** – Исходные данные для расчета задачи № 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Группа****соединений обмоток** | **Ном.****мощность****Sном, кВА** | **Номинальное****напряжение** | **Напряжение к.з.****Uк.з., %** | **Мощность****к.з.****Рк.з., Вт** | **Мощность****х.х.****Р0, Вт** | **Ток х.х.****I0, %** |
| U1H, B | U20, B |
| 11 | Y/Y0=0 | 25 | 10000 | 230 | 4.7 | 690 | 125 | 3 |

 ***Задание № 3***

**Электрические измерения**

 Для измерения электрических и магнитных величин служат электротзмерительные приборы. Процесс измерения состоит в сравнении измеряемой величины с ее значением, принятым за единицу. Практика показывает, что при всяком измерении непрерывной величны неизбежна некоторая погрешность. Классификация погрешностей разнообразна, они могут быть выражены в абсолютных и относительных единицах. Таким образом, можно выделить следующие погрешности:

1. ***Абсолютная погрешность*** – разница между измеренным Аиз и действительным Ад значением измеряемой величины.

 ±Δ = Аиз - Ад (34)

1. ***Относительная (действительная) погрешность*** – это отношение абсолютной погрешности прибора к действительномую значению измеряемой величины, выраженное в процентах.

 $ γ^{/}= \frac{\pm ∆}{А\_{д}}∙100\%$ (35)

1. ***Приведенная (основная) погрешность*** – это отношение абсолютной погрешности измерения к диапазону измерения шкалы прибора. Основная погрешность определяет класс точности прибора.

  (36)

 Для измерения величин, превышающих номинальные значения измерительных приборов, используют шунты и добавочные сопротивления. Обмотка амперметра расчитана на небольшие токи. Для увеличения пределов измерения амперметра применяют шунты, которые включают параллельно с обмоткой амперметра. Величину сопротивления шунта можно расчитать по формуле

$ R\_{ш}= \frac{R\_{A}}{(n-1)}$ , (37)

где RА – сопротивление обмотки амперметра, Oм;

n – число, показывающее во сколько раз необходимо увеличить предел измерения амперметра.

 Для расширения предела измерения вольтметриа применяют добавочные сопротивления, которые включают последовательно с обмоткой прибора. Величину добавочного сопротивления можно определить по формуле

 Rдоб = RV (n – 1), (38)

где RV – сопротивление обмотки вольтметра, Ом

n – чило, показывающее во сколько раз необходимо увеличить диапазон измерения вольтметра.

 Для получение достоверной информации о количестве произведенной или потребленной электрической энергии и мощности применяют счетчики. Счетчик будет точно учитывать энергию при соблюдении многих условий, которые строго выполнить практически невозможно.

Одним из параметров счетчика является его передаточное число. ***Передаточным числом счетчика*** называют число оборотов его диска, соответствующее единице измеряемой энергии.

Передаточное число указывается на лицевой панели счетчика надписью, например: 1 kWh - 1280 оборотов диска.

Для поверки счетчика необходимо определить:

***Номинальную постоянную счетчика -*** это величина, обратная передаточному числу. Она определяет количество энергии в Вт\*с, приходящееся на один оборот диска.

, (39)

где Р – мощность, Вт;

 t – время, с;

n – число оборотов счетчика за единицу, совершаемое им за единицу измеряемой величины.

 ***Действительную постоянную счетчика,*** которая определяется действительным количеством энергии, учтенным счетчиком за один оборот диска и может быть определена по формуле

$ С= \frac{Р∙t}{n}, $ , (40)

где Р – мощность, потребленная нагрузкой, Вт;

 t – время, за которое диск совершил n оборотов, с;

 n – число оборотов диска.

***Относительную погрешность счетчика*** – это отношение абсолютной погрешности счетчика к его номинальной постоянной, выраженное в процентах.

**Таблица № 5**  **-** Исходные данныедля задания № 5

|  |  |
| --- | --- |
| **Вариант** | **Задания**  |
| **11** | 1. Измерение сопротивления. Электронные омметры: устройство, принцип работы.
2. Для поверки однофазного счетчика активной энергии на ток 5 А и напряжение 127 В, для которого 1 кВт\*час соответствует 2500 оборотам диска, воспользовались электродинамическим ваттметром со шкалой на 150 делений при UН = 150 В, IН = 5 А. Отклонение стрелки ваттметра составило 92 деления. За 3 минуты счетчик сделал 57 оборотов. Определить абсолютную и относительную погрешности счетчика.
 |