

Практическая работа №5

Расчет параметров и выполнение развернутой схемы обмоток статора, машины переменного тока

1 Цель работы:

- научиться рассчитывать параметры обмоток статора;
- научиться строить развернутые схемы различных типов обмотки статора

2 Оснащение рабочего места:

- методические указания для проведения практических работ;
- калькулятор

3 Краткие теоретические сведения

Обмотка статора машины переменного тока - это система проводников, определенным образом уложенных в пазах сердечника статора. Обмотки переменного тока являются незамкнутыми в отличие от обмоток машин постоянного тока.

Элементом обмотки статора является одно- или многовитковая секция (катушка). Элементы катушки, располагаемые в пазах, называют активными или пазовыми сторонами, а части, находящиеся вне пазов и служащие для соединения пазовых сторон, - лобовыми частями.

По числу сторон секций в пазу обмотки делятся на однослойные и двухслойные. Все они могут выполняться как с диаметральной, так и укороченным шагом. Но обычно двухслойные обмотки выполняются преимущественно с укороченным, а однослойные - с диаметральной шагом.

Однослойные обмотки переменного тока делятся на концентрические и шаблонные. У концентрических обмоток секции размещаются одна внутри другой, поэтому шаг секций, входящих в катушечную группу, неодинаковые. Шаблонные обмотки являются симметричными, так как состоят из одинаковых катушек. Из конструктивных соображений лобовые части катушек шаблонных обмоток изготавливаются в форме трапеции.

Как и якорные обмотки машин постоянного тока, двухслойные обмотки переменного тока делятся на петлевые и волновые, которые в электромагнитном отношении равноценны. Преимущественно применяются петлевые обмотки. Волновые же обмотки используются обычно при числе витков в катушке $w_k = 1$.

Выбор типа обмотки делается исходя из: минимального расхода обмоточного провода; номинальной мощности и напряжения; типа пазов; достоинств и недостатков обмоток; экономической целесообразности.

При построении обмоток цилиндрическую поверхность сердечника статора вместе с обмоткой условно разрезают и разворачивают на плоскость чертежа.

4 Порядок выполнения работы:

4.1 Изучить краткие теоретические сведения, изложенные в п.3 настоящей инструкции;

4.2 По данным таблицы 5.1 рассчитать обмотку и по примеру (см. приложения 5.1; 5.2 и 5.3) построить развёрнутую схему;

Таблица 5.1- Варианты для типов обмоток

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тип обмотки	ДП	ДП	ДП	ОК	ОК	ОК	ОШ	ОШ	ОШ	ДП	ДП	ДП	СВ	СВ	СВ
Число фаз, m_1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Число пазов, Z_1	36	36	24	36	36	24	36	24	36	12	18	24	30	48	48
Число пар полюсов, p	3	2	1	2	3	2	3	2	2	1	1	2	1	2	1

Обозначение сокращений: ДП – двухслойная, петлевая обмотка;
ОК – однослойная, концентрическая обмотка;
ОШ – однослойная, шаблонная обмотка;
СВ – самостоятельный выбор типа обмотки.

4.3 На схеме обозначить маркировку выводов фазных обмоток;

4.4 Оформить отчет;

4.5 Сделать выводы по работе

5 Содержание отчета:

5.1 Название и цель работы.

5.2 Краткие теоретические сведения.

5.3 Расчет параметров и развернутая схема обмотки статора;

5.4 Выводы по работе.

6 Контрольные вопросы:

6.1 Поясните какими данными характеризуется фазная обмотка статора.

6.2 Укажите классификацию обмоток машин переменного тока.

6.3 Поясните, что называют шагом обмотки по пазам.

6.4 Поясните, какие функции выполняет обмотка статора.

6.5 Почему однофазную обмотку статора укладывают в $2/3$ пазов.

6.6 Поясните, как изменить направление вращения МДС обмотки статора.

Литература

1 Кацман М. М. Электрические машины: Учеб. для студентов средн. проф. учебных заведений. – 3-е изд., испр.- М.: Высш. шк., 2001.- 463 с.: ил.

2 Шевчик Н. Е., Подгайский Г. Д. Электрические машины.- Мн.: Дизайн ПРО, 2000.- 256с.: ил.

3 Кацман М. М. Сборник задач по электрическим машинам: Учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования.-М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 160с.

Приложение 5.1

Расчетные формулы для построения трехфазной двухслойной обмотки:

1 Первый шаг: $y_1 = Z_1 / 2p$

2 Число пазов на полюс и фазу: $q_1 = Z_1 / (2p \cdot m_1)$,

где Z_1 - количество пазов, m_1 - число фаз.

3 Пазовый угол: $\gamma = 360 \cdot p / Z_1$

4 Угол сдвига между осями фазных обмоток - 120 эл. градусов, поэтому сдвиг начал обмоток фаз, выраженный в пазах будет равен:

$$\lambda = 120 / \gamma$$

Пример построения обмотки:

Рассчитать параметры и начертить развернутую схему трехфазной двухслойной петлевой обмотки статора на примере, имеющей следующие данные: число фаз $m_1 = 3$, число полюсов $2p = 2$, число пазов в сердечнике статора $Z_1 = 12$, шаг обмотки по пазам диаметральный т.е. $y_1 = \tau$.

Решение:

1 Первый шаг: $y_1 = Z_1 / 2p = 12 / 2 = 6$ пазов.

2 Число пазов на полюс и фазу: $q_1 = Z_1 / (2p \cdot m_1) = 12 / (2 \cdot 3) = 2$ паза.

где Z_1 - количество пазов, m_1 - число фаз.

3 Пазовый угол: $\gamma = 360 \cdot p / Z_1 = 360 \cdot 1 / 12 = 30$ эл. град.

4 Сдвиг начал обмоток фаз: $\lambda = 120 / \gamma = 120 / 30 = 4$ паза.

Развернутая схема обмотки представлена на рисунке 5.1.

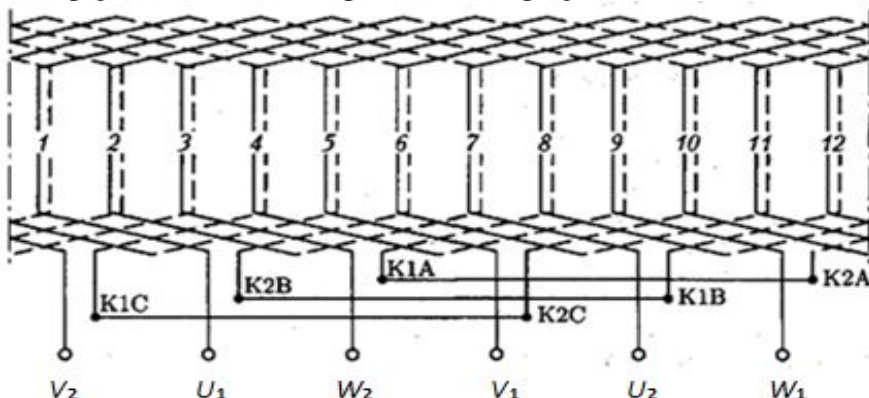


Рисунок 5.1 - Развернутая схема трехфазной двухслойной обмотки статора:
 $Z = 12$; $2p = 2$; $y_1 = 6$; $m_1 = 3$; $q_1 = 2$

Приложение 5.2

Расчетные формулы для построения трехфазной однослойной концентрической обмотки:

- 1 Шаг обмотки (среднее значение): $y_{1cp} = Z_1 / 2p$
- 2 Число пазов на полюс и фазу: $q_1 = Z_1 / (2p \cdot m_1)$,
где Z_1 - количество пазов; m_1 - число фаз.
- 3 Пазовый угол: $\gamma = 360 \cdot p / Z_1$
- 4 Угол сдвига между осями фазных обмоток - 120 эл. градусов, поэтому сдвиг начал обмоток фаз, выраженный в пазах будет равен:
 $\lambda = 120 / \gamma$

Пример построения обмотки:

Рассчитать параметры и начертить развернутую схему трехфазной однослойной концентрической (двухплоскостной) обмотки статора на примере обмотки, имеющей следующие данные: число фаз $m_1 = 3$, число полюсов $2p = 4$, число пазов в сердечнике статора $Z_1 = 24$, шаг обмотки по пазам диаметральный т.е. $y_1 = \tau$.

Решение:

- 1 Шаг обмотки (среднее значение): $y_{1cp} = Z_1 / 2p = 24 / 4 = 6$ пазов.
- 2 Число пазов на полюс и фазу: $q_1 = Z_1 / (2p \cdot m_1) = 24 / (4 \cdot 3) = 2$ паза.
- 3 Пазовый угол: $\gamma = 360 \cdot p / Z_1 = 360 \cdot 2 / 24 = 30$ эл. град.
- 4 Сдвиг начал обмоток фаз: $\lambda = 120 / \gamma = 120 / 30 = 4$ паза.

Развернутая схема обмотки представлена на рисунке 5.2.

В каждой катушечной группе две катушки расположены концентрически. Шаги этих катушек отличаются от среднего шага на один паз: для «узкой» катушки: $y_{11} = 6 - 1 = 5$ пазов, для «широкой» катушки: $y_{12} = 6 + 1 = 7$ пазов. Количество «широких» и «узких» катушек в каждой фазной обмотке должно быть одинаковым, что обеспечивает им одинаковые электрические сопротивления.

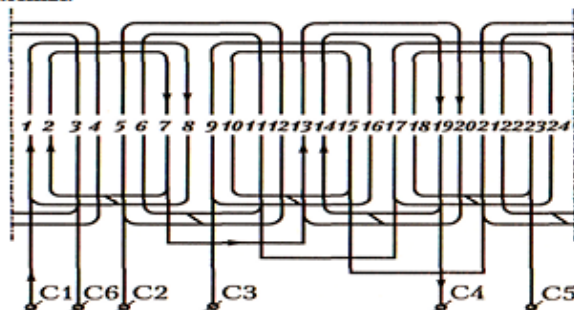


Рисунок 5.2 - Развернутая схема трехфазной однослойной концентрической обмотки статора: $Z = 24$; $2p = 4$; $y_{1cp} = 6$; $m_1 = 3$; $q_1 = 2$

Приложение 5.3

Расчетные формулы для построения трехфазной однослойной шаблонной обмотки:

1 Первый шаг: $y_1 = Z_1 / 2p$

2 Число пазов на полюс и фазу: $q_1 = Z_1 / (2p \cdot m_1)$,

где Z_1 - количество пазов, m_1 - число фаз.

3 Пазовый угол: $\gamma = 360 \cdot p / Z_1$

4 Угол сдвига между осями фазных обмоток - 120 эл. градусов, поэтому сдвиг начал обмоток фаз, выраженный в пазах будет равен:

$$\lambda = 120 / \gamma$$

Пример построения обмотки:

Рассчитать параметры и начертить развернутую схему трехфазной однослойной шаблонной обмотки статора на примере обмотки, имеющей следующие данные: число фаз $m_1 = 3$, число полюсов $2p = 2$, число пазов в сердечнике статора $Z_1 = 18$, шаг обмотки по пазам диаметральный т.е. $y_1 = \tau$.

Решение:

1 Первый шаг: $y_1 = Z_1 / 2p = 18 / 2 = 9$ пазов.

2 Число пазов на полюс и фазу: $q_1 = Z_1 / (2p \cdot m_1) = 18 / (2 \cdot 3) = 3$ паза.

где Z_1 - количество пазов, m_1 - число фаз.

3 Пазовый угол: $\gamma = 360 \cdot p / Z_1 = 360 \cdot 1 / 18 = 20$ эл. град.

4 Сдвиг начал обмоток фаз: $\lambda = 120 / \gamma = 120 / 20 = 6$ пазов.

Развернутая схема обмотки представлена на рисунке 5.3.

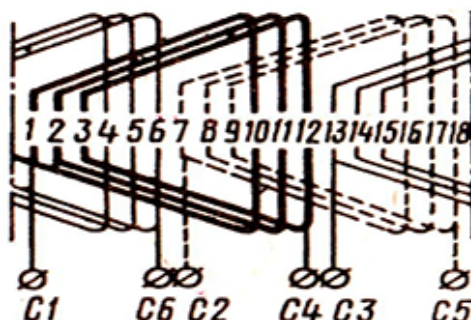


Рисунок 5.3 - Развернутая схема трехфазной однослойной шаблонной обмотки статора: $Z = 18$; $2p = 2$; $y_1 = 9$; $m_1 = 3$; $q_1 = 3$