

ДОЦЕНТ, КАНД. ТЕХН. НАУК
АНДРЕЙ ВАДИМОВИЧ КАГАН

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКИ

Методические указания к выполнению практических работ

Санкт-Петербург
2018

Практическая работа 2

ГРАФИЧЕСКОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ МДС ОБМОТКИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Приобретение практических навыков по моделированию кривых МДС обмоток, характеризующихся различными значениями числа пазов на полюс и фазу, для разных моментов времени.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Знание кривых МДС необходимо в тех случаях, когда моделируются специальные индуктивные электрические машины с нетрадиционными активными частями либо при моделировании общепромышленных машин, работающих в особых эксплуатационных режимах (например, при не симметрии питающего напряжения трехфазного двигателя).

Для построения кривой методом графического интегрирования необходимо располагать схемой обмотки электрической машины или ее фрагментом, которые могут быть выполнены на основании векторной диаграммы – звезды пазовых ЭДС.

Наиболее трудный случай состоит в моделировании кривой МДС обмотки, которая характеризуется дробным числом пазов на полюс и фазу:

$$q = \frac{z}{2mp} \neq \text{целое число},$$

где Z - число пазов статора;

m - число фаз обмотки;

P - число пар полюсов.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Рассмотрим алгоритм моделирования кривой МДС на примере

обмотки, имеющей: $z = 9, m = 3, p = 2$.

Тогда число q примет дробное значение:

$$q = \frac{9}{2 \cdot 3 \cdot 2} = \frac{3}{4}.$$

Выполнение схемы обмотки начинаем с построения звезды пазовых ЭДС.

Число звезд пазовых ЭДС k определяется как наибольший общий делитель для чисел z и p . Следовательно, $k = 1$.

Число лучей (векторов) в звезде

$$z^* = z/k = 9/1 = 9.$$

Выполняем звезду на 9 лучей (рис. 2.1).

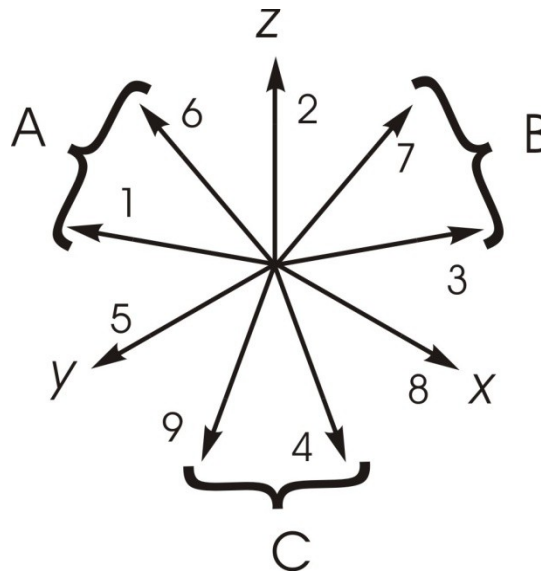


Рис. 2.1. Звезда пазовых ЭДС

Шаг по лучам звезды

$$y^* = p/k = 2/1 = 2.$$

Распределяем лучи по фазам (после их нумерации согласно y^*) в соответствии с фазной зоной 60° .

Шаг по пазам выбираем из условия обеспечения минимальной длины лобовых частей двухслойной обмотки. Исходя из условия $y \leq \tau$,

где $\tau = z/2p = 9/4 = 2,25$,

выбираем шаг по пазам $y = 2$ (шаг по пазам выбирается как ближайшее целое по отношению к τ , то в некоторых случаях возможна ситуация, в которой $y > \tau$).

Тогда относительный шаг укороченной обмотки

$$\beta = \frac{y}{\tau} = \frac{2}{2,25} = \frac{8}{9} = 0,89.$$

Выполняем схему обмотки (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Схема трехфазной петлевой обмотки с дробным $q = 3/4$

В рассматриваемой обмотке, соединенной, например, звездой, протекает трехфазная система токов:

$$i_A = I_m \sin \omega t;$$

$$i_B = I_m \sin [\omega t - 120^\circ];$$

$$i_C = I_m \sin [\omega t - 240^\circ],$$

где I_m - амплитудное значение тока.

Временная диаграмма токов изображена на рис. 2.3.

Выбираем удобный момент времени (угол), например, $\omega t = 90^\circ$. При этом согласно временной диаграмме $i_A = I_m$, $i_B = i_C = -I_m/2$.

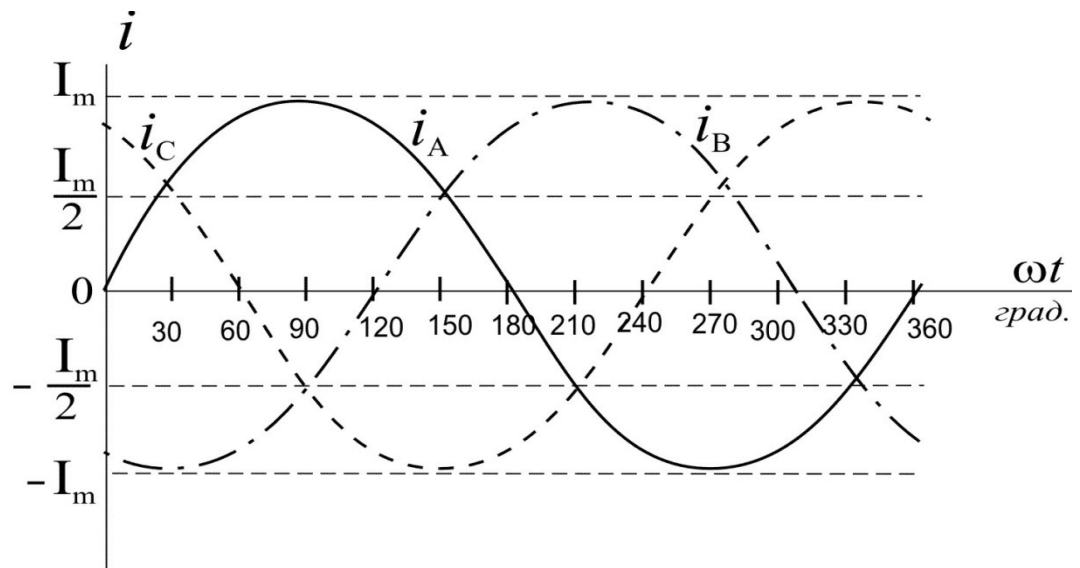


Рис. 2.3. Временная диаграмма токов

Направляем токи в фазах обмотки в соответствии с выбранным моментом времени (рис. 2.4).

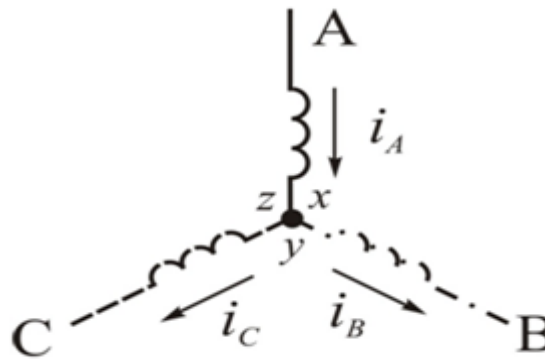


Рис. 2.4. Установление направлений токов в фазных обмотках

В соответствии с установленным направлением токов в фазах обозначаем стрелками токи в каждой верхней и нижней сторонах секции (катушки) двухслойной обмотки на ее развернутой схеме (рис. 2.2).

Таким образом, для угла $\omega t = 90^\circ$ МДС, создаваемые каждой катушечной стороной, лежащей в пазу,

$$F_A = F_m; F_B = F_C = F_m / 2,$$

где $F_m = I_m W$; W - число витков в катушке обмотки.

Выбираем масштаб МДС, приняв F_m за единицу, например, $F_m = 1$ см.

Учитывая направления токов и соотношения между МДС катушек различных фаз, строим кривую МДС (рис. 2.5). В середине паза кривая изменяется дискретно (скачкообразно), а высота ступени – результат суммирования МДС в данном пазу. В промежутках между осями (середины) пазов МДС не изменяется – горизонтальные участки.

После построения кривой проводим ось абсцисс с таким расчетом, чтобы суммы площадей (после ее проведения) над осью и под осью были бы равны. Ось ординат проводим из середины первого паза.

Период изменения кривой МДС T составляет $360^\circ (2\pi)$.

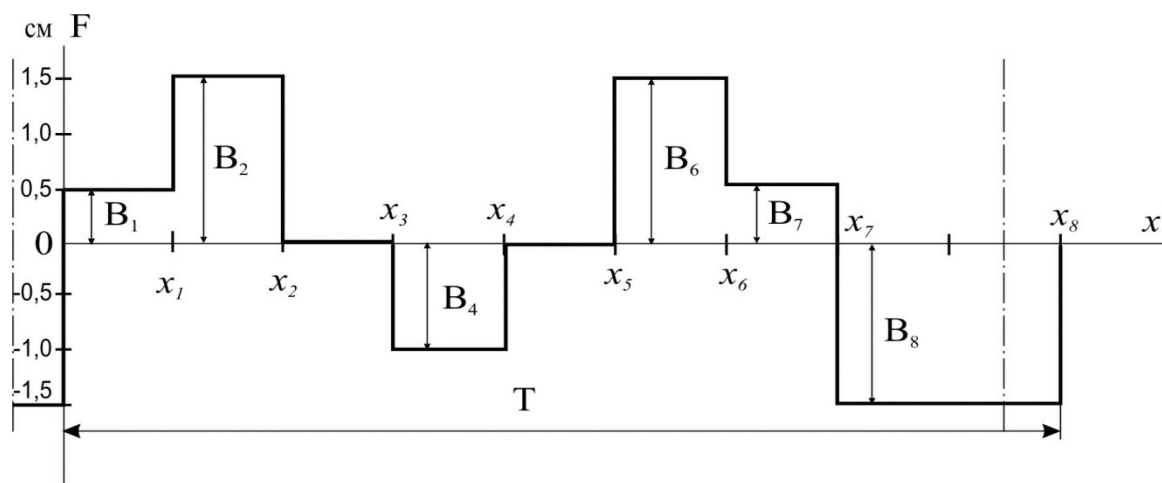


Рис. 2.5. Кривая МДС обмотки для $\omega t = 90^\circ$

4. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Смоделировать кривую МДС рассматриваемой обмотки методом графического интегрирования для угла ωt (табл. 2.1).

Варианты заданий по моделированию МДС

Таблица 2.1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

вар.										
ωt , град	60	150	0	240	120	270	30	300	210	330

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по практической работе должен содержать:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- выполненное задание с исходными данными;
- выводы.