## **Введение**

Электрические машины являются основными преобразователями электрической энергии в механическую и обратно.

В результате изучения дисциплины «Электрические машины» студент должен компетентно и ответственно ставить и решать задачи оптимизации электромеханического преобразования энергии. Для этого:

- иметь представление об основных видах электрических машин, электрических аппаратов; силовых полупроводниковых преобразователей, об общих закономерностях физических процессов в электрических машинах;

- владеть: методами расчета и выбора рационального применения, построения и анализа моделей электрических машин; справочным аппаратом по выбору электрических машин;

- знать и уметь использовать: методы наладки, контроля и защиты электрических машин;

- иметь навыки экспериментального исследования электрических машин.

Задания на курсовую работу (проект) содержат данные для проектирования: трансформаторов; синхронных двигателей и генераторов; асинхронных машин с короткозамкнутым и фазным ротором; двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением.

Номер выполняемого варианта соответственно двум последним цифрам шифра зачетной книжки студента, согласно данной таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| от 0 до 1 | Задание 1 | вар 1 - 9 |
| от 10 до 19 | Задание 2 | вар 1 - 10 |
| от 20 до 29 | Задание 2 | вар 26 - 35 |
| от 30 до 39 | Задание 3 | вар 1 - 10 |
| от 40 до 49 | Задание 4 | вар 00 - 09 |
| от 50 до 59 | Задание 1 | вар 10 - 19 |
| от 60 до 79 | Задание 2 | вар 11 - 20 |
| от 80 до 89 | Задание 2 | вар 36 - 45 |
| от 90 до 99 | Задание 4 | вар 10 - 19 |

**Трехфазный трансформатор**

**Техническое задание 1 по курсовой работе (проекту).**

Проектирование проводится в соответствии с учебным пособием [4].

В табл. 1 приведены исходные данные для проектирования электрического трансформатора с масляным охлаждением: номинальная мощность трансформатора (кВА), схема обмотки, линейные напряжения (кВ), напряжение короткого замыкания (5,5 –6,5 %), материал обмоток. Общие для вариантов данные: частота 50 Гц, тип трансформатора – стержневой, режим работы – продолжительный.

Табл. 1. Данные трансформатора для курсового проектирования.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вари-анта | S, кВА | U1/U2, кВ | Схема соединения обмоток | материал |
| 1 | 1000 | 6,3/0,4 | Y/Δ | Cu |
| 2 | 1000 | 6,3/0,4 | Y/Δ | Al |
| 3 | 1600 | 6,3/0,4 | Y/Δ | Cu |
| 4 | 1600 | 6,3/0,4 | Y/Δ | Al |
| 5 | 1600 | 6,3/0,66 | Y/Δ | Cu |
| 6 | 1600 | 6,3/0,66 | Y/Δ | Al |
| 7 | 2500 | 35/6,3 | Y/Δ | Cu |
| 8 | 2500 | 35/6,3 | Y/Δ | Al |
| 9 | 2500 | 35/6,3 | Δ/Y | Cu |
| 10 | 4000 | 35/6,3 | Δ/Y | Al |
| 11 | 4000 | 35/6,3 | Δ/Y | Cu |
| 12 | 4000 | 35/6,3 | Δ/Y | Al |
| 13 | 1000 | 6,3/1,14 | Δ/Y | Cu |
| 14 | 1000 | 6,3/1,14 | Δ/Y | Al |
| 15 | 1600 | 6,3/1,14 | Δ/Y | Cu |
| 16 | 1600 | 6,3/1,14 | Δ/Y | Al |
| 17 | 2500 | 6,3/1,14 | Δ/Y | Cu |
| 18 | 2500 | 6,3/1,14 | Δ/Y | Al |
| 19 | 1600 | 35/6,3 | Δ/Y | Cu |
| 20 | 1600 | 35/6,3 | Δ/Y | Al |
| 21 | 1000 | 6,3/1,14 | Y/Y0 | Cu |
| 22 | 1000 | 6,3/1,14 | Y/Y0 | Al |
| 23 | 1000 | 6,3/0,66 | Y/Y0 | Cu |
| 24 | 1600 | 6,3/1,14 | Y/Y0 | Cu |
| 25 | 1600 | 6,3/1,14 | Y/Y0 | Al |

Исполнение – стержневой; напряжение КЗ – 5,5 ….6,5 %

**Асинхронный двигатель.**

**Техническое задание 2 по курсовой работе (проекту).**

Проектирование асинхронного двигателя проводится в соответствии с учебным пособием [3].

В табл. 2 приведены исходные данные для проектирования асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором: номинальная мощность двигателя (кВт), линейное напряжение (в), синхронная частота вращения (об/мин).

Общие данные: число фаз – 3, частота – 50 гц, режим работы – длительный, конструктивное исполнение IM 1001; исполнение по способу защиты от воздействия окружающей среды IP 44, категория климатического исполнения – У3, способ охлаждения – самовентиляция.

Табл. 2 Данные асинхронного двигателя для курсового проектирования

с фазным ротором

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Р, кВ | U, В | n, об/мин |
| 1 | 1,1 | 380 | 3000 |
| 2 | 11 | 380 | 1500 |
| 3 | 1,1 | 380 | 1000 |
| 4 | 1,5 | 380 | 3000 |
| 5 | 15 | 380 | 1500 |
| 6 | 15 | 380 | 1000 |
| 7 | 15 | 380 | 750 |
| 8 | 2,2 | 380 | 3000 |
| 9 | 2,2 | 380 | 1500 |
| 10 | 2,2 | 380 | 1000 |
| 11 | 2,2 | 380 | 750 |
| 12 | 5,5 | 380 | 3000 |
| 13 | 5,5 | 380 | 1500 |
| 14 | 11 | 380 | 3000 |
| 15 | 15 | 380 | 3000 |
| 16 | 18,5 | 380 | 3000 |
| 17 | 18,5 | 380 | 1000 |
| 18 | 18,5 | 380 | 1500 |
| 19 | 18,5 | 380 | 750 |
| 20 | 22 | 380 | 3000 |
| 21 | 22 | 380 | 1500 |
| 22 | 30 | 380 | 3000 |
| 23 | 30 | 660 | 3000 |
| 24 | 37 | 380 | 3000 |
| 25 | 37 | 380 | 1000 |

с короткозамкнутым ротором

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Р, кВ | U, В | n, об/мин |
| 26 | 37 | 380 | 1500 |
| 27 | 37 | 380 | 750 |
| 28 | 45 | 380 | 3000 |
| 29 | 45 | 380 | 1000 |
| 30 | 45 | 380 | 750 |
| 31 | 55 | 380 | 3000 |
| 32 | 55 | 380 | 1500 |
| 33 | 55 | 380 | 1000 |
| 34 | 55 | 380 | 750 |
| 35 | 75 | 380 | 3000 |
| 36 | 75 | 380 | 1500 |
| 37 | 75 | 380 | 1000 |
| 38 | 75 | 380 | 750 |
| 39 | 132 | 380 | 3000 |
| 40 | 132 | 380 | 1500 |
| 41 | 90 | 380 | 3000 |
| 42 | 90 | 380 | 1500 |
| 43 | 90 | 380 | 1000 |
| 44 | 110 | 380 | 3000 |
| 45 | 110 | 380 | 1500 |
| 46 | 55 | 660 | 1500 |
| 47 | 45 | 660 | 1500 |
| 48 | 37 | 660 | 1500 |
| 49 | 30 | 660 | 1500 |
| 50 | 22 | 660 | 1500 |

В качестве ориентировочных и проверочных могут быть приняты данные базового двигтеля серии 4 А, имеющего равную мощность, скорость (напряжение) по табл. 4 (по табл. 2.1; 3.1; 5.2 (или 5.7); 6.1 в [6]) Высота оси h в П.2 выбирается из ряда по ГОСТ 13267 – 73 h=280 мм. Следует обратить внимание на то, что двигатель проектируется с вытеснением тока в роторе, поэтому пусковой момент должен быть больше номинального.

**Синхронные машины.**

**Техническое задание по курсовой работе (проекту)**

Проектирование синхронного двигателя (генератора) проводится в соответствии с учебным пособием [3].

В табл. 3 приведены исходные данные для проектирования синхронного двигателя (генератора): номинальная мощность машины (кВт), линейное напряжение (кВ); синхронная частота вращения (об/мин); cosϕ.

Общие данные: число фаз –3, частота – 50 Гц; режим работы – продолжительный; исполнение по способу защиты от воздействия окружающей среды 1Р44, категория климатического исполнения – У3; конструктивное исполнение 1М1001, способ охлаждения самовентиляция.

Табл. 3 Данные синхронной машины для курсового проектирования.

|  |  |
| --- | --- |
| Исходные данные | варианты |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Тип машины | Синхронный двигатель | Синхронный генератор |
| Мощность. кВт | 800 | 400 | 630 | 1500 | 1250 | 100 | 5,5 | 250 | 160 | 315 |
| Напряжение, кВ | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 0,6 | 0,4 | 0,23 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Частота вращения, об/мин | 1500 | 1000 | 750 | 1500 | 1000 | 1500 | 1000 | 750 | 1500 | 1000 |
| cosϕ\* | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Мmax/Мн | 2,0 | 2,2 | 2,1 | 1,8 | 1,9 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 1,9 | 1,8 |

\* Опережающий для двигателей, отстающий для генераторов.

**Машины постоянного тока.**

**Техническое задание на курсовую работу (проект).**

Проектирование двигателя постоянного тока проводится в соответствии с учебным пособием [3].

В табл. 4 приведены исходные данные для проектирования двигателя постоянного тока; номинальная мощность двигателя (кВт), напряжения (В); частота вращения (об/мин).

Общие данные: режим работы – длительный; исполнение по способу защиты – 1Р22; способ охлаждения – самовентиляция; возбуждение – параллельное без стабилизирующей обмотки.

Табл. 4 Данные машин постоянного тока параллельного возбуждения для курсового проектирования.

|  |  |
| --- | --- |
| параметр | Вариант |
| 00 | 01 | 02 | 03 | 04 |
| Рн, кВт | 20 | 28 | 40 | 55 | 75 |
| Uн, В | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 |
| nн, об/мин | 1450 | 1450 | 1500 | 1480 | 1400 |
| 2р | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| H, мм |  |  |  |  |  |
| Тип обмотки | В | В | В | В | В |

Продолжение табл. 4

|  |  |
| --- | --- |
| параметр | Вариант |
| 05 | 06 | 07 | 08 | 09 |
| Рн, кВт | 100 | 125 | 160 | 200 | 240 |
| Uн, В | 460 | 460 | 460 | 460 | 460 |
| nн, об/мин | 1450 | 1480 | 1460 | 1470 | 1480 |
| 2р | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| H, мм |  |  |  |  |  |
| Тип обмотки | В | П | П | П | П |

Продолжение табл. 4

|  |  |
| --- | --- |
| параметр | Вариант |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Рн, кВт | 6.5 | 21 | 27 | 35 | 50 |
| Uн, В | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 |
| nн, об/мин | 1450 | 1480 | 1430 | 1450 | 1420 |
| 2р | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| H, мм |  |  |  |  |  |
| Тип обмотки | П | В | В | В | В |

Продолжение табл. 4

|  |  |
| --- | --- |
| параметр | Вариант |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Рн, кВт | 70 | 90 | 110 | 100 | 150 |
| Uн, В | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 |
| nн, об/мин | 1450 | 1480 | 1460 | 1480 | 1460 |
| 2р | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| h, мм |  |  |  |  |  |
| Тип обмотки | П | П | П | В | В |

Примечание: В – волновая, П – петлевая.

##### **Рекомендательный библиографический список**

**Основная:**

1. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. М.: Высш. Шк. 1990.

2. Кацман М.М. Расчет и конструирование электрических машин. М: Энергоатомиздат, 1984.

3. Проектирование электрических машин /Под ред. И.П. Копылова. М.: Энергия, 1980.

4. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учеб. Пособие для вузов М.: Энергоатомиздат, 1986.

**Дополнительная:**

5. Автоматизированное проектирование электрических машин: Учебн. Пособие для вузов / Ю.Б. Бородулин, В.С. Мостейкис, Г.В. Попов, В.П. Шишкин. М.:Высш шк., 1989.

6. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/ А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. М.: Энергоиздат, 1982.

7. Вольдек А.И. Электрические машины. М.: Энергия, 1966.