СПБ ГБОУ СПО

Колледжстроительной индустрии и городскогохозяйства

**Утверждаю**

**Заместитель директора**

**по учебно-методической работе**

 **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.В.Фомичева**

**«\_\_\_\_\_»\_ 2015\_**г

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Учебное пособие к выполнению индивидуального домашнего задания обучающимися по дисциплине «Основы электротехники»

 по теме «Машины постоянного тока» для специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

Санкт-Петербург

 2015 г.

**Разработчик:**

преподаватель электротехники

Баранова Н.И., преподаватель ГБОУ СПО «Колледж строительной индустрии и городского хозяйства» г. Санкт-Петербург

Одобрена на заседании цикловой комиссии

Естественнонаучных дисциплин и БЖД

Протокол №1

1 сентября\_\_\_2015 г.

Председатель цикловой комиссии

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Баранова Н.И.

 подпись ф.и.о.

 Содержание.

Пояснительная записка……………………………………………..4

Теоретические предпосылки………………………………………….......5

Примеры решения задач…………………………………………………..8

Список литературы……………………………………………………......13

**Пояснительная записка.**

 Методических указания выполнены с целью оказание помощи обучающимся в выполнении индивидуального домашнего задания «по дисциплине «Основы электротехники» по теме «Машины постоянного тока» для специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

 Методическое пособие содержит пояснительную записку, необходимые теоретические предпосылки, примеры решения задач и список литературы.

 Индивидуальное расчетное задание выполняется после изучения теоретического материала по теме «Электрические машины постоянного тока», в котором разработано 30 индивидуальных вариантов для шести типов задач.

 В состав каждого варианта включена одна задача на расчет двигателя или генератора постоянного тока с одним из способов возбуждения обязательная для всех и дополнительные задания со звездочками по желанию на высший балл.

 Целью выполнения индивидуального домашнего задания является закрепление и углубление знаний по изучаемой теме; формирование навыков выполнения расчетных заданий; осуществление меж предметных связей с дисциплинами «Физика» и «Математика».

**Теоретические предпосылки.**

**Машины постоянного тока (МПТ).**

Различают генераторы и двигателипостоянного тока.

**Генераторы** постоянного тока предназначены для питания двигателей постоянного тока, установок для электролиза, для зарядки аккумуляторов.

**Двигатели** постоянного тока приводят в действие рабочие механизмы, требующие больших пусковых моментов и широкого диапазона изменения скорости вращения: в городском транспорте (трамвай, троллейбус, метро), в шахтных подъемниках, для привода гребных винтов судов, а также в качестве исполнительных механизмов в автоматических устройствах.

**Устройство двухполюсной МПТ.**

Любая электрическая машина состоит из двух основных частей:

статора - неподвижной части - и якоря (ротора) – вращающейся части машины.

**Статор** представляет собой полый стальной цилиндр, к которому крепятся болтами полюса. Они выполнены из отдельных изолированных друг от друга стальных пластин (для борьбы с вихревыми токами).

На сердечниках полюсов накладывается обмотка возбуждения, состоящая из двух катушек, соединяющихся между собой последовательно. При прохождении тока по ней, в ней возбуждается магнитный поток постоянного магнитного поля. Сердечники полюсов заканчивается наконечниками определенной формы. Они удерживают обмотку возбуждения на полюсе и создают равномерное распределение магнитного поля под полюсами.

**Якорь** представляет собой стальной цилиндр, набранный из отдельных изолированных друг от друга штампованных пластин особой формы. Цилиндр запрессован на валу машины и называется сердечником якоря. На поверхности сердечника имеются пазы, в которые укладывается обмотка якоря из меди. На валу якоря имеется коллектор. Он представляет собой цилиндр, состоящий из отдельных медных пластин.

Медные пластины изолированы между собой и от корпуса прокладками миканита. К каждой пластине коллектора припаиваются выводы секции обмотки якоря.

**Коллектор**- наиболее сложная в конструктивном отношении и наиболее ответственная в работе часть машины. Он предназначен для преобразования переменной ЭДС, наводимой в обмотке якоря, в постоянную ЭДС и называется выпрямителем в машине. На коллекторе вплотную к нему помещают неподвижные графитовые щетки для соединения обмотки якоря (вращающая часть машины) с внешней неподвижной цепью. Число щеток соответствует числу полюсов машины.

****

**Условные обозначения МПТ.**

 ОВ – обмотка возбуждения

ОЯ – обмотка якоря
**Классификация МПТ.**

По способу возбуждения различают генераторы:

l) С независимым возбуждением, когда обмотка возбуждения подключена к независимому источнику питания.

2) С самовозбуждением. При этом обмотка возбуждения может быть соединена последовательно, параллельно или смешанно с обмоткой якоря.



МПТ с последовательным возбуждением

МПТ с параллельным возбуждением



МПТ со смешанным возбуждением

**Обратимость электрических машин.**

Любая электрическая машина может работать в режиме генератора и в режиме двигателя. Это свойство называется обратимостью электрических машин.

**Принцип работы генератора.**

На обмотку возбуждения подаётся напряжение. По ней идет ток, сердечники полюсов намагничиваются, и создается магнитное поле. С помощью какого-либо первичного двигателя якорь приводится во вращение, тогда проводни-ки обмотки якоря будут пересекать линии магнитного поля и в них, вследствие явления электромагнитной индукции, будет возникать ЭДС.

ЭДС, развиваемая генератором может быть выражена следующим образом:

***Е = СЕ****•****Ф****•* ***n,*** где

***СЕ*** – коэффициент, зависимый от конструкции генератора

***Ф*** – магнитный поток, Вб;

***n*** – число оборотов якоря в мин.;

***Е*** – ЭДС генератора, В.

Ток, протекающий по обмотке якоря генератора ***IЯ*** , будет создавать на ней падение напряжения, т.к. она обладает сопротивлением ***RЯ***, поэтому напряжение на зажимах генератора всегда меньше ЭДС генератора на величину падения напряжения на обмотке якоря.

Уравнение генератора: ***U = E- IЯ •RЯ .***

**Принцип работы электродвигателя.**

На обмотку возбуждения подаётся напряжение. По ней идет ток, сердечники полюсов намагничиваются, и создается магнитное поле. Кроме того, напряжение подается на обмотку якоря и по обмотке якоря проходит ток. Поскольку проводники обмотки якоря с током находятся в магнитном поле статора, то на них начнет действовать электромагнитная сила и создается вращающий момент. Якорь придет во вращение.

**Противо-э.д.с.**

При вращении якоря проводники обмотки якоря электродвигателя будут пересекать линии магнитного поля, и в ней, также как и в обмотке генератора, будет наводиться э.д.с. вследствие явления электромагнитной индукции. Только теперь ее направление будет встречно току ***IЯ***, в чем легко убедиться, применив правило левой руки. Поэтому эту э.д.с. называют противо-э.д.с. ***ЕПР****.* Тогда ток, протекающий по обмотке якоря, будет определяться по формуле: ***IЯ =***  .

Отсюда следует уравнение двигателя:

***U = ЕПР + IЯ • RЯ*,** т.е.

при работе машины электродвигателем э.д.с. меньше напряжения на зажимах якоря на величину падения напряжения на обмотке якоря.

Изменение направления вращения электродвигателя производится изменением направления тока в цепи якоря или в обмотке возбуждения.

Одновременное изменение направления тока в обеих обмотках не вызывает изменения направления вращения.

**Пусковой ток.**

В момент пуска двигателя число оборотов якоря ***n = 0****,* противо-э.д.с.

***ЕПР = СЕ•Ф• n =0***и, следовательно, пусковой ток будет определятся по формуле ***IП = =***

**Полезный вращающий момент.**

Полезный номинальный момент (на валу) определяется по формуле:

***МНОМ  = = = =9,55***

Здесь ***РНОМ***выражаем в***Вт, МНОМ***получаем в***Н•м.***

**Пример 1.**

Генератор с независимым возбуждением (рис.1) работает в номинальном режиме при напряжении на выводах ***Uном = 220В***. Сопротивление обмотки якоря ***RЯ = 0,2*** *Ом*; сопротивление нагрузки ***RН = 2.2*** Ом; сопротивление обмотки возбуждения ***RВ = 55 Ом***. Напряжение для питания обмотки возбуждения ***UВ = 110В***. Номинальная частота вращения (число оборотов в мин.) ***nНОМ = 1200об/мин*.**

Определить:

* эдс генератора;
* силу тока, отдаваемого потребителю;
* силу тока в обмотке возбуждения;
* полезную мощность, отдаваемую генератором.

****

 **Рис. 1.**

**Решение.**

1.Ток, отдаваемый в нагрузку: ***Iн = Uном/ RН = 220/2.2 = 100А.***

2. Ток в обмотке возбуждения:

***IВ = UВ/ RВ = 110/55 = 2А.***

3. Ток в обмотке якоря:

***IЯ = Iн = 100А.***

4. ЭДС генератора:

***E = Uном + IЯ • RЯ = 220 + 100• 0,2 = 240В.***

5. Полезная мощность, отдаваемая генератором:

***P2 = Uном• Iн = 220•100 = 22000Вт = 22кВт.***

**Пример 2.**

Генератор с параллельным возбуждением (рис.2) рассчитан на напряжение

***Uном = 220В*** и имеет сопротивление обмотки якоря ***RЯ = 0,08* Ом,** сопротивление обмотки возбуждения ***RВ = 55 Ом***. Генератор нагружен на сопротивление ***RН = 1,1 Ом*.** К.п.д. генератора ***ηГ = 0,85.***

Определить:

* токи в обмотке возбуждения ***IВ*,** в обмотке якоря ***IЯ*** и в нагрузке ***IН***;
* э.д.с. генератора ***E***;
* подводимую механическую мощность ***P1;***
* суммарные потери мощности в генераторе***Σ Р***.



 **Рис. 2.**

**Решение.**

1. Ток в обмотке возбуждения, нагрузке и якоре:

***IВ = UВ/ RВ = 220/55 = 4А.***

***IНОМ = UНОМ / RН = 220/1.1 = 200А***

***IЯ = IВ + IН = 4 + 200 = 204А.***

2. ЭДС генератора:

***E = Uном + IЯ • RЯ = 220 + 204• 0,08 = 236,3В.***

3. Полезная мощность:

***P2 = Uном• Iн = 220•200 = 44000Вт = 44кВт.***

4. Мощность приводного двигателя для вращения генератора:

***P1 = P2/ηГ = 44\0,85 = 52кВт.***

5. Суммарные потери мощности в генераторе***Σ Р*:**

***Σ Р = P1 – Р2 = 52 – 44 = 8 кВт.***

**Пример 3.**

Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением (рис.3) рассчитан на номинальную мощность ***РНОМ = 10 кВт*** и номинальное напряжение ***Uном = 220В****.* Частота вращения якоря ***n = 3000об/мин*.**

Двигатель потребляет из сети ток ***I =63А.*** Сопротивление обмотки возбуждения ***RВ = 85 Ом***, сопротивление обмотки якоря ***RЯ = 0,3 Ом.***

Определить:

* потребляемую из сети мощность ***P1***;
* к.п.д. двигателя ***ηДВ*** ;
* полезный вращающий момент ***М***;
* ток якоря ***IЯ***;
* противо-э.д.с. в обмотке якоря ***ЕПР***;
* суммарные потери мощности в двигателе ***Σ Р***.



 **Рис. 3.**

**Решение.**

1. Мощность, потребляемая двигателем из сети:

***P1 = Uном• I = 220 •63 = 13900Вт = 13,9кВт.***

*2. К.п.д. двигателя:*

***ηДВ = РНОМ / P1=10/13,9 = 0,72.***

3. Полезный вращающий момент (на валу):

***М = 9,55• РНОМ /* *n= 9,55•10•1000/3000 = 31,9Н•м.***

4. Для определения тока якоря предварительно находим ток возбуждения:

***IВ = Uном / RВ = 220/85 = 2,6А.***

Ток якоря ***IЯ = I - IВ = 63 – 2,6 = 60,4А.***

*5.* *Противо-э.д.с. в обмотке якоря:*

***EПР = Uном - IЯ • RЯ = 220 - 60, 4• 0,3 = 202В.***

6. Суммарные потери в двигателе:

***Σ Р = P1 - РНОМ = 13,9 – 10 = 3,9 кВт.***

**Пример 4.**

Электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением (рис.4) присоединен к сети с напряжением ***Uном = 110В***и вращается с частотой ***n = 1500об/мин.*** Двигатель развивает полезный момент на (валу)

***М =120Н•м****.* К.п.д. двигателя ***ηДВ = 0,84****.* Суммарное сопротивление обмоток якоря и возбуждения***RЯ +RВ =0,02 Ом.***

Определить:

* полезную мощность***P2***;
* потребляемую из сети мощность ***P1*;**
* потребляемый из сети ток ***I***;
* противо-э.д.с. в обмотке якоря ***ЕПР***;
* сопротивление пускового реостата, при котором пусковой ток ограничивается до **2,5 *I.***

****

 **Рис. 4.**

**Решение.**

1. Полезную мощность определяем из формулы полезного момента:

***P2 = М • n / 9,55 = 120•1500/9.55= 18848Вт = 18,85 кВт.***

2. Мощность, потребляемая двигателем из сети:

***P1 = P2/ηДВ = 18,85/0,84 = 22,44кВт.***

*3.* Ток, потребляемый из сети ток:

***I = P1 /Uном = 22,44•1000/110 = 204А***

4. Противо-э.д.с. в обмотке якоря:

 ***ЕПР = Uном - IЯ • (RЯ +RВ) = 110 – 204 • 0,02 = 105,9В.***

5. Необходимое сопротивление пускового реостата:

***RП = Uном / (2,5I) - (RЯ +RВ) = 110/(2,5•204) – 0,02 = 0,196Ом.***

**Список литературы.**

**Основные источники:**

Электротехника с основами электроники: Учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 448 с.: ил; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование).

**Дополнительные источники:**

* 1. Правила устройства электроустановок- 7-е издание -М.:Омега,2010

2. Теоретические основы электротехники: Учебник / Е.А. Лоторейчук. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 320 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование).

**Интернет ресурсы:**

1.[www.electronou.ru](http://www.buhgalteria.ru)– [электротехника](http://electrono.ru/)

2.[www.e-scientist.ru](http://www.glavbukh.ru)– [электротехника в России.](http://www.e-scientist.ru/)

3.www.vkpolitehnik.ru – [Высший колледж МарГТУ Политехник - Электротехника](http://vkpolitehnik.ru/index/0-154)

4.[www.vsya-elektrotehnika.ru](http://www.snezhana.ru) - [электротехника, электроника](http://www.vsya-elektrotehnika.ru/) 5.www.ksi.edu.ru- сайт колледжа