

УДК 621.3

**ДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА
DIRECT CURREN MOTORS**

П.Ю. Гвоздь

Научный руководитель – В.В. Зеленко, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

P. Gvozd

Scientific supervisor – V. Zelenko, Senior Lecturer
Belarusian National Technical University, Minsk

Аннотация: Данный доклад отражает цель, пользу и применение двигателей постоянного тока и рассказывает о многогранности их использования

Annotation: This report reflects the purpose, use and application of direct current motors and describes the versatility of their use

Ключевые слова: двигатели постоянного тока, мощность, электрическая энергия, принцип действия

Key words: direct current motors, power, electrical energy, operating principle.

Введение

Электрические машины неотъемлемо связаны с электрической энергией.

Ее преимущества перед другими видами энергии:

- возможность преобразования в другие виды энергии: механическую, тепловую, химическую, лучистую энергию;
- возможность передавать ее на большие расстояния с малыми потерями;
- возможность доставлять электрическую энергию в любую точку на Земле.

Электрическую энергию вырабатывают на электростанциях, где механическая энергия пара, воды преобразуется в электрическую с помощью электрогенераторов. Обратное преобразование энергии – с помощью электродвигателей.

Трансформаторы – статические машины, но электромагнитные законы те же, что и у вращающихся машин.

Классификация электрических машин:

1) в зависимости от рода тока вращающиеся электрические машины делятся на машины постоянного и переменного тока;

2) в зависимости от мощности машины бывают:

- микромашины – до 0,5 кВт;
- малой мощности – 0,5–20 кВт;
- средней мощности – 20–250 кВт;
- большой мощности – более 250 кВт.

На железнодорожном транспорте электрические машины используются как тяговые электрические двигатели на подвижном составе, в автоматике, телемеханике и в других службах.

Основная часть

Возможность построения механического генератора появилась после открытия Фарадеем закона электромагнитной индукции в 1831 г.

Если проводник перемещать в магнитном поле так, чтобы он пересекал магнитные линии, то на концах проводника появится разность потенциалов – ЭДС (электродвижущая сила). Простейшим генератором является рамка на оси, помещенная на магнитном поле.

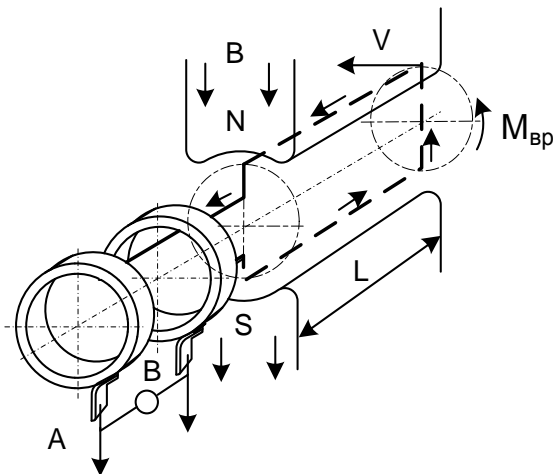


Рисунок 1 – Схема работы машины переменного тока

Концы проводников соединены с кольцами, которые вращаются вместе с рамкой (рисунок 1). На кольцах помещены неподвижные щетки. Присоединенный к щеткам вольтметр покажет разность потенциалов, т.е. ЭДС рамки, которая будет изменяться как по величине, так и по направлению. Направление ЭДС определяется по правилу правой ладони, состоящему в следующем.

Ладонь правой руки располагают в магнитном поле так, чтобы линии магнитной индукции были направлены в ладонь, а большой палец отводят относительно других пальцев в плоскости ладони на 90° градусов и направляют по движению проводника; тогда остальные пальцы руки покажут направление наведенной в проводнике ЭДС.

В общем случае $e = Blv$, если $lv = const t$, то $e \equiv B$. С некоторым приближением допускаем, что индукция под полюсами изменяется по синусоидальному закону, тогда

$$e = Blv \sin \alpha = E_{\max} \sin \omega t, \tag{1}$$

где α – угол поворота, так как $\alpha = \omega t$, то при $\omega = const$, горизонтальную ось α , можно обозначать осью времени t .

Частота наводимой переменной ЭДС:

$$f = \frac{1}{T}, \tag{2}$$

где T – период полного цикла изменения ЭДС.

Для преобразования переменного тока в постоянный применяют коллектор. Для этого проводники простейшего генератора соединяют с двумя медными полукольцами, названными коллекторными пластинами.

Пластины жестко связаны с валом рамки, но изолированы друг от друга. Щетки на коллекторных пластинах устанавливаются так, чтобы они переходили с одной коллекторной пластины на другую в тот момент, когда ЭДС равна нулю. Таким образом, щетка контактирует с полукольцом одного направления ЭДС. В этом случае ток на щетках и по внешнему участку цепи, через потребитель, протекает в одном направлении, но величина его изменяется с течением времени; эдс и ток имеют пульсирующую форму (рисунок 2). Если взять n рамок (обмотка якоря) и $2n$ коллекторных пластин (коллектор), то увеличится и число пульсирующих ЭДС за период времени T (рисунок 3). Если пульсаций менее 2%, то ток считается постоянным.

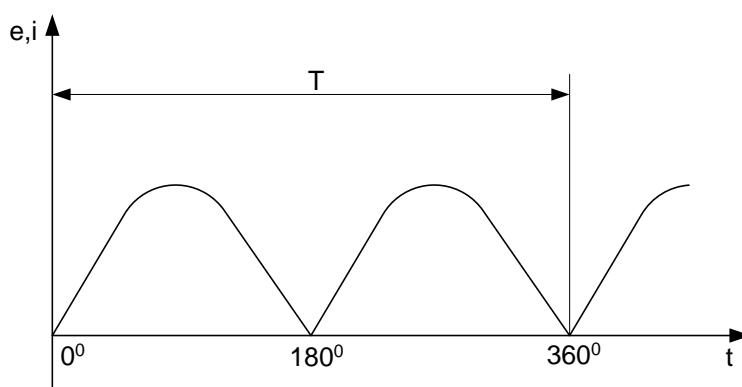


Рисунок 2 – Выпрямленные ЭДС и ток в генераторе с одной обмоткой

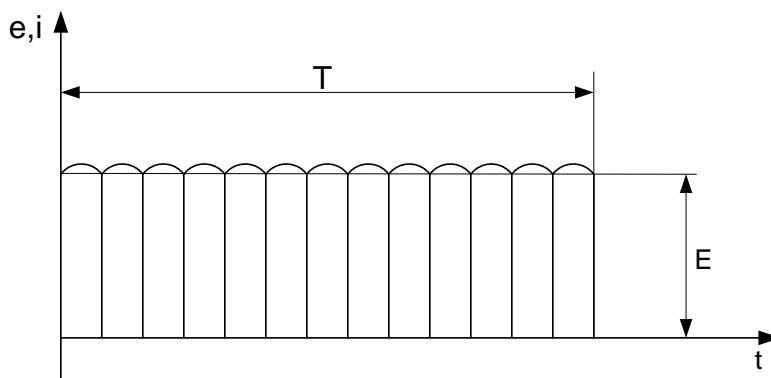


Рисунок 3 – Выпрямленные ЭДС и ток в реальном генераторе с несколькими обмотками

Таким образом, в генераторе коллектор является механическим выпрямителем, который преобразовывает переменную ЭДС витков якоря, в постоянную ЭДС на щетках. Совокупность витков составляет обмотку якоря.

Если к щеткам подсоединить потребитель электрической энергии, то потечет электрический ток, который в обмотке якоря будет создавать падение напряжения. Вследствие этого напряжение на зажимах генератора будет меньше ЭДС на величину падения напряжения на сопротивлении обмотки якоря

$$U = E_a - I_a r_a, \quad (3)$$

где a – индекс параметров якорной обмотки.

Формула (3) является основным уравнением напряжения генератора. Но на проводник с током в магнитном поле действует выталкивающая сила F , направленная навстречу вращению. Ток в обмотке якоря будет создавать противодействующий вращению момент $M_{пр}$. Чем больше I_a , тем больше необходимо усилий для преодоления противодействующего момента

$$M_{пр} = F \frac{D_a}{2}, \tag{4}$$

где D_a – диаметр якоря; D_a

В силу обратимости электрических машин принцип действия электрического двигателя можно рассмотреть по рис. 1.3, только к щеткам необходимо подвести напряжение сети.

На проводник с током, помещенный в магнитное поле действует выталкивающая сила, определяемая правилом левой руки (рисунок 4, а)

$$F = B l I_a, \tag{5}$$

С правой стороны магнитные линии складываются (поле усиливается), с левой – наоборот, появляется сила F согласно правилу левой руки.

Если поместить рамку с током в магнитное поле, то появляется вращающий электромагнитный момент (рисунок 4, б).

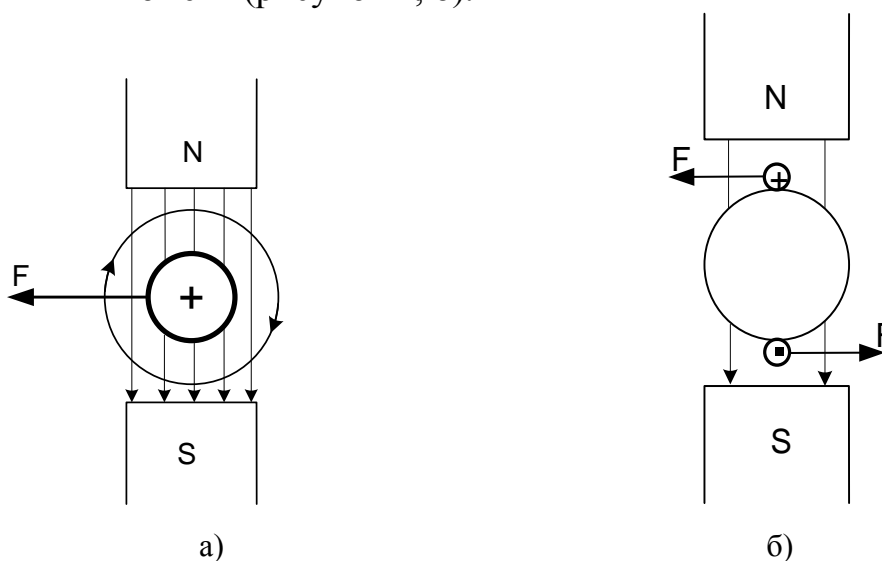


Рисунок 4: а) выталкивающая сила, действующая на проводник с током; б) вращающий момент, действующий на рамку с током

В режиме работы как двигатель, благодаря коллектору и щеткам, потребляемый постоянный ток превращается в переменный, который поступает в обмотку якоря. И работает, таким образом, в качестве механического инвертора.

Так как проводники все время пересекают магнитное поле, то в них наводится ЭДС, величина которой определяется равенством $e = B l V$ и которая направлена встречно подводимому напряжению, поэтому эту ЭДС. еще называют противо-электродвижущей силой (противо-ЭДС) в двигателе.

Машина постоянного тока, как и любая электрическая машина, обратима: может работать как генератор и как двигатель. Причем двигатели нашли большее применение, чем генераторы.

В таблице 1 приведены характеристики некоторых электрических машин постоянного тока.

Таблица 1 – Характеристики электрических машин постоянного тока

Назначение	Использование	P, кВт	I, А	U, В	Примечание
Двигатели	Трамвай	40÷50	75÷100	550	Имеют преимущества перед двигателями переменного тока: 1) широкое регулирование частоты вращения; 2) развивают большой пусковой момент
	Электровоз	600÷900	400÷600	1500	
	Прокатный Стан	11500	11500	1000	
	Атомоход «Ленин»	18000	18000	1000	
Генераторы	Для Электролиза	60÷120	10000	6÷12	Чаще используются генераторы переменного тока, с выпрямителями
	Тепловоз (старые модификации)	2700	3600	750	

Заключение

Машины постоянного тока применяют в качестве электродвигателей и генераторов. Электродвигатели постоянного тока имеют хорошие регулировочные свойства, значительную перегрузочную способность и позволяют получать как жесткие, так и мягкие механические характеристики. Поэтому их широко используют для привода различных механизмов в черной металлургии (прокатные станы, кантователи, роликовые транспортеры), на транспорте (электровозы, тепловозы, электропоезда, электромобили), в грузоподъемных и землеройных устройствах (краны, шахтные подъемники, экскаваторы), на морских и речных судах, в металлообрабатывающей, бумажной, текстильной, полиграфической промышленности и др. Двигатели небольшой мощности применяют во многих системах автоматики.

Конструкция двигателей постоянного тока сложнее и их стоимость выше, чем асинхронных двигателей. Однако в связи с широким применением автоматизированного электропривода и тиристорных преобразователей, позволяющих питать электродвигатели постоянного тока регулируемым напряжением от сети переменного тока, эти электродвигатели широко используют в различных отраслях народного хозяйства.

Генераторы постоянного тока ранее широко использовались для питания электродвигателей постоянного тока в стационарных и передвижных установках, а также как источники Электрической энергии для заряда аккумуляторных батарей, питания электролизных и гальванических ванн, для электроснабжения различных электрических потребителей на автомобилях, самолетах, пассажирских вагонах, электровозах, тепловозах и др.

Недостатком машин постоянного тока является наличие щеточно-коллекторного аппарата, который требует тщательного ухода в эксплуатации и снижает надежность работы машины. Поэтому в последнее время генераторы

постоянного тока в стационарных установках вытесняются полупроводниковыми преобразователями, а на транспорте – синхронными генераторами, работающими совместно с полупроводниковыми выпрямителями.

Литература

1. Дементьев, И.А. Электродвигатели: справочное пособие / И.А. Дементьев. - Ухта: УГТУ, 2010. - 78 с.
2. Москаленко, В.В. Электродвигатели специального назначения. / В.В. Москаленко - М.: Энергоиздат., 1998. - 159 с.
3. Проскуряков, В.С. Электрические машины постоянного тока: учебное пособие по предмету "Электротехника" / В.С. Проскуряков - Екатеринбург. Издательство ГОУ-ВПО УГТУ-УПИ, 2008. - 41 с.