

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Тема 1. "Машины постоянного тока"

ЛЕКЦИЯ 1

Классификация электрических машин.

Электрические машины служат для преобразования механической энергии в электрическую энергию и обратно, электрической в механическую, а так же для изменения параметров электрической энергии (напряжения, тока, частоты).

Вращающаяся электрическая машина – это электротехническое устройство, предназначенное для преобразования энергии на основе электромагнитной индукции и взаимодействия магнитного поля с электрическим током, содержащее, по крайней мере, две части, участвующие в основном процессе преобразования и имеющие возможность вращаться или поворачиваться относительно друг друга (ГОСТ 27471-87 «Машины электрические вращающиеся. Термины и определения»).

По роду тока электрические машины делятся на машины постоянного тока и машины переменного тока.

Классификация вращающихся электрических машин по конструктивному исполнению



Согласно ГОСТ 12139-84 (СТ СЭВ 4434-83) «Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей, напряжений и частот» выпускаются машины с различными частотами вращения на мощности от 10^{-5} до 10^4 кВт и на напряжения до 10,5 кВ.

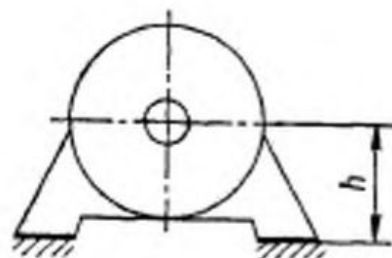
По мощности электрические машины можно условно разделить на следующие группы:

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

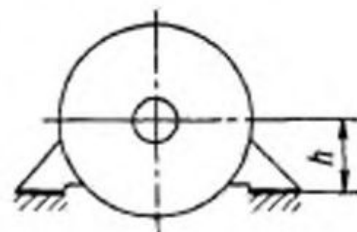
Типоразмер электрических машин определяется стандартизацией

- по высоте оси вала (мм) или габариту (ГОСТ 13267-73 и ГОСТ 8032-84);
- установочным и присоединительным размерам (ГОСТ 4541-70) .

1.1. За высоту оси вращения машины h принимают расстояние от оси вращения до опорной плоскости машины (черт. 1 и 2).



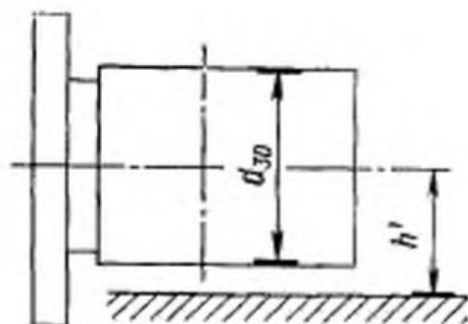
Черт. 1



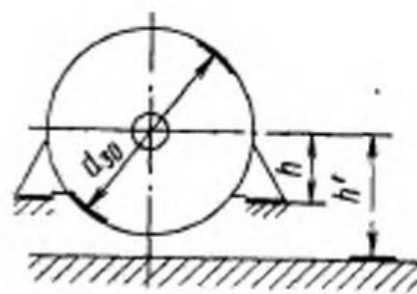
Черт. 2

2.1. Для машин фланцевой формы исполнения встраиваемых машин и машин других специальных видов крепления (на приподнятых лапах или без лап) устанавливают условную высоту оси вращения h' .

За условную высоту оси вращения машины принимают расстояние от оси вращения до условной опорной плоскости машины (черт. 3 и 4).



Черт. 3



Черт. 4

Конструктивные формы исполнения электрических машин определяются:

- степенью защиты;
- способами охлаждения и монтажа;
- воздействием климатических факторов окружающей среды;
- категорий мест размещения электрических машин при эксплуатации.

Степень защиты (ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) и ГОСТ 17494-87 (МЭК 34-5-81)) электрических машин для обслуживающего персонала и от попадания внутрь твердых предметов и воды обозначается буквами IP (International Protection) и двумя цифрами: IPXX.

Первая цифра обозначает степень защиты персонала от защиты персонала от соприкосновения с токоведущими и вращающимися частями и от попадания внутрь машины твердых тел (0 – 5).

Вторая цифра обозначает степень защиты от проникновения воды внутрь машины (0 – 8).

См. также ГОСТ IEC 60034-5-2011 Машины электрические вращающиеся. Часть 5. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин (Код IP)

Первая характеристическая цифра	Степень защиты		Условия испытаний
	Краткое описание ¹⁾	Определение	
0	Незащищенная машина	Нет специальной защиты	Испытание не проводят
1 ²⁾	Машина, защищенная от твердых тел размером более 50 мм	Исключено случайное или неумышленное прикосновение (или приближение) к токоведущим или движущимся частям внутри оболочки частью тела человека, например рукой (но от умышленного прикосновения защита не предусмотрена). Исключено проникновение твердых тел диаметром более 50 мм	По таблице 4
2 ²⁾	Машина, защищенная от твердых тел размером более 12 мм	Исключено прикосновение (или приближение) к токоведущим или движущимся частям внутри оболочки пальцами или подобными предметами длиной не более 80 мм. Исключено проникновение твердых тел диаметром более 12 мм	
3 ²⁾	Машина, защищенная от твердых тел размером более 2,5 мм	Исключено прикосновение (или приближение) к токоведущим и движущимся частям внутри оболочки инструментом или проволокой диаметром более 2,5 мм. Исключено проникновение твердых тел диаметром более 2,5 мм	
4 ²⁾	Машина, защищенная от твердых тел размером более 1 мм	Исключено прикосновение (или приближение) к токоведущим или движущимся частям внутри оболочки проволокой или металлической полоской толщиной более 1 мм. Исключено проникновение твердых тел диаметром более 1 мм	
5 ³⁾	Машина, защищенная от пыли	Исключено прикосновение или приближение к токоведущим и движущимся частям внутри оболочки. Проникновение пыли полностью не исключено, однако пыль не может проникать в количестве, достаточном для нарушения удовлетворительной работы машины	
6	Пыленепроницаемые машины	Исключено полностью проникновение пыли	

¹⁾ Краткое описание, приведенное во втором столбце, не следует использовать для определения типа защиты.

²⁾ Машины, имеющие степень защиты, определяемую первой характеристической цифрой 1, 2, 3 или 4, должны быть защищены от проникновения твердых предметов правильной или неправильной формы, размеры которых в трех взаимно перпендикулярных направлениях превышают приведенные в графе «Определение».

³⁾ Степень защиты от пыли, определяемая настоящим стандартом, носит общий характер. Если указано происхождение пыли (размеры частиц, их природа, например волокнистые частицы), то условия испытаний определяют по соглашению между изготовителем и потребителем.

Вторая характеристическая цифра	Степень защиты		Условия испытаний
	Краткое описание ¹⁾	Определение	
0	Незащищенная машина	Нет специальной защиты	Испытание не проводят По таблице 5
1	Машина, защищенная от каплюющей воды	Вертикально падающие капли не должны оказывать вредного воздействия	
2	Машина, защищенная от капель воды, падающих под углом 15°	Вертикально падающие капли не должны оказывать вредного воздействия, если машина наклонена под любым углом до 15° от нормального положения	По таблице 5
3	Машина, защищенная от дождя	Капли дождя, падающие под углом 60° к вертикали, не должны оказывать вредного воздействия	
4	Машина, защищенная от разбрызгиваемой воды	Вода, разбрызгиваемая на машину в любом направлении, не должна оказывать вредного воздействия	
5	Машина, защищенная от водяных струй	Струя воды, направленная из шланга с наконечником на машину с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия	
6	Машина, защищенная от воздействия морских волн	Вода от морских волн или вода, выбрасываемая из мощного сопла, не должна проникать внутрь машины в количестве, оказывающем вредное воздействие	
7	Машина, защищенная от проникновения воды при кратковременном погружении	Вода в количестве, оказывающем вредное воздействие, не должна проникать в машину, погруженную в воду, при определенных значениях давления и времени	
8	Машина, защищенная от проникновения воды при продолжительном погружении	Машина пригодна для продолжительного погружения в воду при условиях, определяемых изготовителем ²⁾	

¹⁾ Краткое описание, приведенное во втором столбце, не следует использовать для определения типа защиты.

²⁾ Обычно это означает, что машина имеет герметизирующие уплотнения. Однако для машин некоторых типов это означает, что допускается возможность проникновения воды, но только в количестве, не оказывающем вредного воздействия.

Способы охлаждения электрических машин (ГОСТ 20459-87) обозначают буквами IC (International Cooling). Следующие за ними буквы и цифры характеризуют способ охлаждения машины, а также наличие разомкнутой или замкнутой системы охлаждения. Сначала указывается буква, обозначающая вид хладагента:

A – воздух,

H – водород,

W – вода.

Если хладагентом является только воздух, то буква опускается.

Первая цифра условно обозначает устройство цепи охлаждения для циркуляции хладагента (0 – 8);

вторая цифра обозначает способ перемещения хладагента (0 – 8).

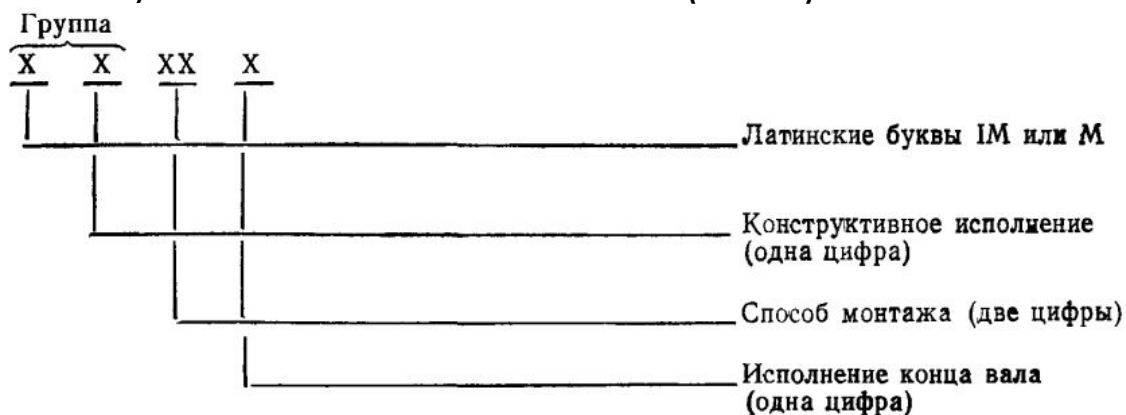
Если машина имеет несколько цепей охлаждения (внутренняя вентиляция и наружный обдув и др.), то в обозначении может быть четыре цифры: две – для обозначения наружной цепи охлаждения и две – для внутренней.

См. также ГОСТ Р МЭК 60034-6-2012 (Классификация методов охлаждения электрических вращающихся машин).

Монтаж электрических машин определяет способ крепления электрической машины в месте ее установки и способ ее сочленения с рабочим механизмом. В большинстве случаев монтаж осуществляется на лапах или посредством фланцев с возможностью горизонтального или вертикального расположения вала машины.

Разновидности конструктивного исполнения электрических машин по способу монтажа определяются ГОСТ 2479-79.

Условное обозначение машины по способу монтажа отображается буквами IM (International Mounting) и четырьмя цифрами: IMXXXX. Первая цифра – это группа конструктивного исполнения (1 – 9); вторая и третья цифры обозначает способ монтажа; четвертая цифра показывает количество и форму исполнения выступающих концов вала (0 – 8).



Климатические условия внешней среды оказывают значительное влияние на надежность электрических машин при их эксплуатации.

ГОСТ 15150-69 устанавливает категории мест размещения электрооборудования при эксплуатации, оговаривает допустимые отклонения в связи с реальными условиями эксплуатации, в которых может оказаться машина.

Климатические исполнения изделий	Обозначения*		
	буквенные		цифровые
	русские	латинские	
Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках, озерах			
Для макроклиматического района с умеренным климатом**	У	(N)	0
Для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом**	УХЛ* 4	(NF)	1

* 4 Если основным назначением изделий является эксплуатация в районе с холодным климатом и экономически нецелесообразно их использование вне пределов этого района, вместо обозначения УХЛ рекомендуется обозначение ХЛ (F).

Несколько макроклиматических районов могут быть объединены в группу макроклиматических районов (например УХЛ, Т).

Электрические машины изготавливают сериями. Серия представляет ряд подобных машин с возрастающей по заданной шкале мощностью, имеющих однотипную конструкцию и удовлетворяющих единому комплексу требований. Каждая электрическая машина, входящая в серию, представляет типоразмер с определенными параметрами (мощность, частота вращения, масса и т.п.) и установочно-присоединительными размерами. Периодически некоторые серии подвергаются модернизации; часть серий снимаются с производства, взамен создаются новые, более совершенные и экономически более выгодные.

Условно-графические обозначения электрических машин регламентируются ГОСТ 2.722.-68.

Выдержки из стандарта:

3. В упрощенных многолинейных обозначениях обмотки статора и ротора изображают аналогично упрощенным однолинейным обозначениям, показывая выводы обмоток статора и ротора (черт. 1).

4. В развернутых обозначениях обмотки статора изображают в виде цепочек полуокружностей, а обмотки ротора — в виде окружности (и наоборот).



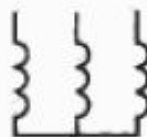
Черт. 1

Взаимное расположение обмоток изображают:

а) в машинах переменного тока и универсальных — с учетом (черт. 2) или без учета (черт. 3) сдвига фаз.

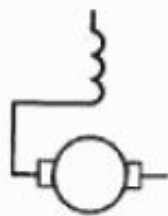


Черт. 2

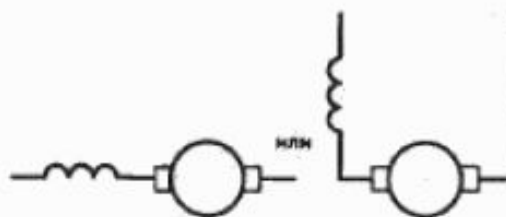


Черт. 3

б) в машинах постоянного тока — с учетом (черт. 4) или без учета (черт. 5) направления магнитного поля, создаваемого обмоткой.



Черт. 4



Черт. 5

Таблица 1

Наименование	Обозначение
1. Обмотка компенсационная	
1а. Обмотка вспомогательного полюса	
2. Обмотка статора (каждой фазы) машины переменного тока, обмотка последовательного возбуждения машины постоянного тока	
3. Обмотка параллельного возбуждения машины постоянного тока, обмотка независимого возбуждения	
4. Статор, обмотка статора. Общее обозначение	

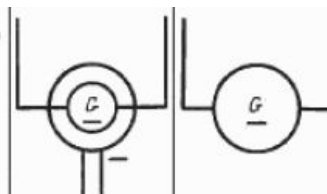
Таблица 2

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
1. Машина асинхронная трехфазная с фазным ротором, обмотка которого соединена в звезду; обмотка статора соединена: а) в треугольник		
б) в звезду с выведенной нейтральной (средней) точкой		

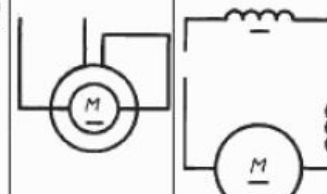
Продолжение табл. 1

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
б) соединенной в звезду		
6. Ротор. Общее обозначение		
7. Ротор без обмотки: а) полюс немагнитный или ферромагнитный		

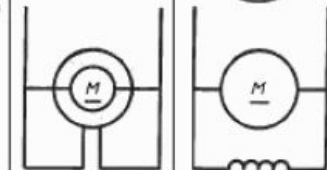
14. Машина постоянного тока с независимым возбуждением



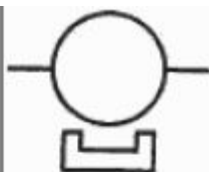
15. Машина постоянного тока с последовательным возбуждением



16. Машина постоянного тока с параллельным возбуждением



18. Машина постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов



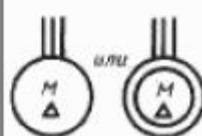
19. Двигатель асинхронный с фазным ротором. Общее обозначение



20. Двигатель асинхронный с короткозамкнутым ротором. Общее обозначение



21. Двигатель асинхронный трехфазный, соединенный в треугольник, с короткозамкнутым ротором




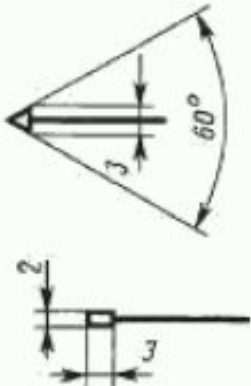


Продолжение табл. 2

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
36. Генератор (GS) или двигатель (MS) синхронный трехфазный с обмотками, соединенными в звезду, с выведенной нейтралью		
36а. Генератор переменного тока синхронный трехфазный с постоянным магнитом		—
37. Генератор (GS) или двигатель (MS) синхронный однофазный		
38. Генератор постоянного тока с двумя выводами, со смешанным возбуждением, с указанием зажимов, щеток и числовых данных, например, 220 В, 20 кВ		

9. Размеры основных элементов условных графических обозначений приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение
1. Обмотка	
2. Статор	
3. Ротор	
4. Щетка: на контактном кольце на коллекторе	

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

Шишлин Денис Иванович
кафедра электропривода ЛГТУ
denis-shishlin@yandex.ru