**Задание 30.04.24 г.**

Фотоотчёт 1 файла прислать на эл. почту:

221 ЭТ 30.04.(8:30 – 10:00);

**Устройство машины постоянного тока**

Машина постоянного тока состоит из неподвижной и вращающейся частей.

На неподвижной части (Рисунок 2) ***1*** — станине — укреплены главные полюсы для возбуждения магнитного потока и дополнительные — для улучшения коммутации в машине.

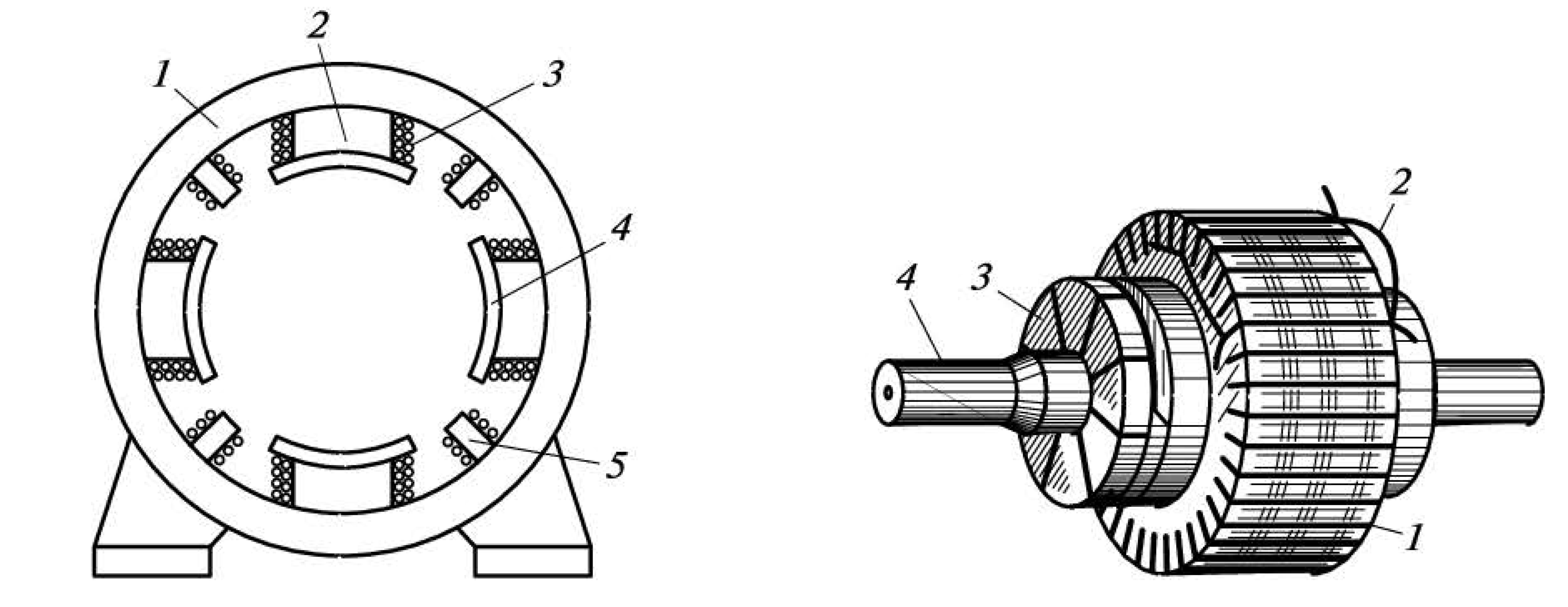
Главный полюс состоит из сердечника ***2*,** укрепленного на станине, и обмотки возбуждения ***3***. Сердечник на свободном конце снабжается

Рисунок 2 Рисунок ***3***

полюсным наконечником 4 для создания требуемого распределения магнитного потока. Минимальное число пар главных полюсов р = 1 (один южный ***S*** и один северный ***N*** полюсы).

Станина является ярмом машины, т.е. частью, замыкающей магнитную цепь магнитного потока главных полюсов. Она изготовляется излитой электротехнической стали, так как магнитный поток в ней относительно постоянен.

***Дополнительные полюсы*** устанавливаются на станине между главными полюсами. На сердечниках дополнительных полюсов ***5*** располагаются обмотки, которые соединяются последовательно с обмоткой якоря.

***Якорем*** называется вращающаяся часть машины. Якорь (Рисунок ***3***) состоит из сердечника ***1*** с обмоткой ***2***, уложенной в его пазах, и коллектора ***3***, насаженных на общий вал ***4.***

Сердечники якоря и полюсов набираются из листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм, изолированных друг от друга лаковым покрытием.

***Коллектор*** представляет собой полый цилиндр, собранный из изолированных друг от друга и вала машины клинообразных медных пластин ***1***  (Рисунок ***4***). Проводами ***2*** они соединяются с витками обмотки якоря.



Рисунок 4 Рисунок 5

Вращающаяся обмотка якоря соединяется с внешней цепью скользящим контактом между щетками ***1*** установленными в щеткодержателях ***3*** (Рисунок ***5***), и коллектором.

Щетку к коллектору прижимает пружина ***2***. Ток от щетки отводится гибким кабелем ***4.*** Щеткодержатели надеваются на траверсу (отверстие ***5***), от которой они электрически изолируются. Траверсу можно поворачивать вокруг оси якоря, изменяя положение щеток по отношению к полюсам машины

**Коммутация тока**

Для получения постоянной по направлению и почти постоянной по величине Э.Д.С. ***Е*** конструируется обмотка якоря, состоящая из 2р = 2, 4, 6 и т.д. параллельных ветвей, секции которых непрерывно одна за другой переключаются из одной ветви в другую.

Механическим переключателем секций служит коллектор и щётки Процесс переключения секций, поочередно переходящих из одной параллельной ветви в другую, и совокупность явлений, происходящих при этом, называется ***коммутацией.***

Переключаемая секция замкнута щеткой накоротко й находится в это время вблизи от геометрической нейтрали. Электродвижущая сила, наводимая в секции внешним полем полюсов, почти равна нулю. Время Т, в течение которого совершается переключение и секция замкнута накоротко, составляет тысячные доли секунды и называется ***периодом коммутации.*** Рассмотрим очень упрощенно процесс коммутации.

Подлежащая рассмотрению секция, лежащая в пазах 6 и 3, показана отдельно на рисунке 12.

Предположим, что обмотка вращается очень медленно (Т→∞), ширина щетки равна ширине коллекторной пластины и в расчет принимается сопротивление только переходного слоя ***rn*** = ***R*** между щеткой и коллекторной пластиной

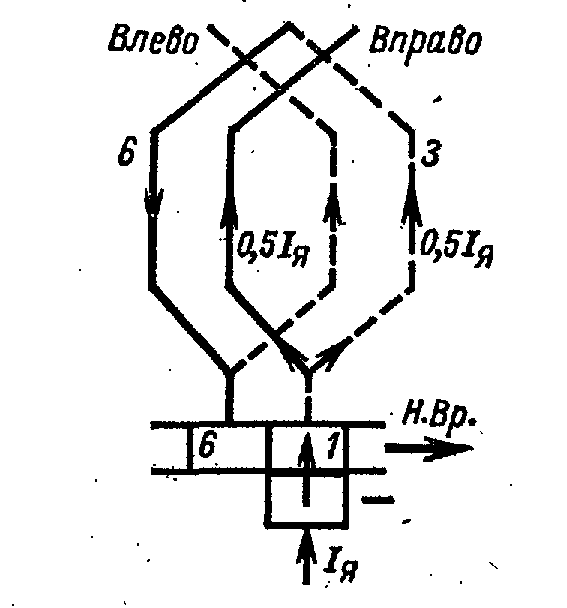
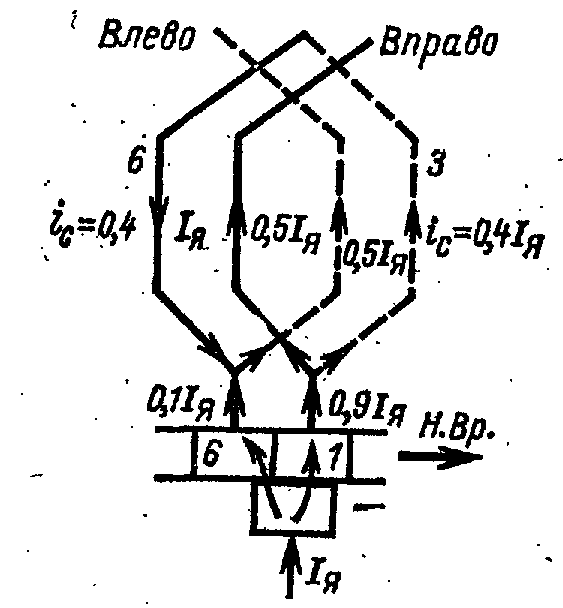


Рис.,12 Начало коммутации Рис. 13 Коммутация при ***t*** = 0,1 ***Т***(t = 0).

Тогда ток ***Ӏя*** от щетки переходит в коллекторную пластину 1 и делится на два равных тока ***i = 0,5Ӏя.*** На рис. 12 показано, что в секции, включенной в параллельную ветвь, идущую влево, проходит ток ***iс*** = **0,5*Ӏя*** в направлении, обратном движению стрелки часов.

В следующий момент времени, когда коллекторная пластина 6 коснется щетки, ток***.Ӏя*** будет делиться по-иному. Если, например, через промежуток времени t = 0,1***Т*** щетка касается одной десятой своей контактной поверхности пластины 6, то через эту пластину проходит ток ***iв*** = 0,1 ***Ӏя***, а через пластину 1 — ток ***i1*** = 0,9 ***Ӏ я***.

Токи в параллельных ветвях по-прежнему должны быть неизменны и равны  ***iя***=0,5 ***Ӏя***, если ***Ӏя*** = const.

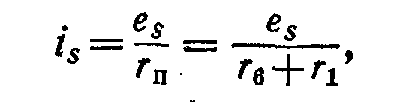
Тогда, имея прежнее направление, ток секции ***iС*= *i1 – iЯ*= (0,9 – 0,5) = 0,4*ӀЯ****,* а ток другой параллельной ветви ***iя = iя +iс =* (0,1 + 0,4) *Ӏя***

***=* 0,5 *Ӏя.*** Секция в рассмотренный момент времени показана на рисунке 13.

Если рассмотреть положение в момент, когда  *t* = 0,5 *Т,* то окажется, что ток секции ***ic***= 0, а токи в параллельных ветвях по-прежнему ***Ӏя*** = 0,5 ***Ӏя*** В дальнейшем ток секции начнет нарастать в обратном направлении и при ***t = T*** он будет равен ***ic*** = 0,5***Ӏя.***

Секция переключена в другую параллельную ветвь, и коммутация закончена (Рисунок 14). Зависимость изменения тока ***ic*** от времени ***t*** показана на рисунке 15 и представляет собой прямую линию. Коммутация в атом случае называется ***прямолинейной*** и ее всегда стремятся получить такой при конструировании машины. Однако практически время коммутации ***Т*** ничтожно мало, ток секции ***ic*** быстро меняется, и в ней наводится ЭДС самоиндукции ***es***.

Зависимость ***ic*** = f (***t***) прямая линия, т. е. ***diс / dt*** = **tg а** = **const.** Следовательно, ***e*s** = - ***Lcdiс****/****dt***— постоянная величина, а добавочный ток в секции, ею вызванный,



где ***r*6** и ***r1*** — сопротивления переходного слоя между щеткой и соответствующей коллекторной пластиной. Вычисляя для различных значений ***t*** величину ***rп*** можно найти ток  ***iS.***

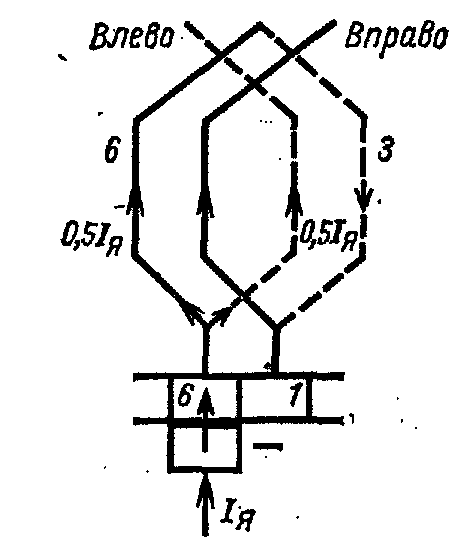
 

Рис. 14. Конец коммутации Рис. 15. График изменения тока в

*(t =Т*) коммутируемой секции при

естественных условиях.

Величина ***rп*** для ***t = Т/2,*** например, равна***r6* + *r1* = *2R + 2R = 4R****,* а для

*t* = 0 и***t* = *Т***она равна бесконечности. Зависимость тока ***is*** от времени ***t*** показана на рисунке 15, б. Суммарный ток ***ic + is*** представлен на рисунке 15 пунктирной кривой, по которой можно видеть, что при наличии ***es*** суммарный ток секции переходит через нуль позже, чем следует (***t > Т/2).*** Такая коммутация называется ***замедленной.***

При замедленной коммутации плотность тока на сбегающем крае щетки сильно увеличивается, вызывая излишний, сверх расчетного, нагрев щетки и ускоренный износ её. Однако главная опасность состоит в том, что при замедленной коммутации наблюдается искрение между коллектором и сбегающим краем щетки.

Оно возникает потому, что при размыкании секции запасенная ею электромагнитная энергия выделяется в электрической дуге сбегающего края щетки.

Отдельные электрические дуги, которые, сливаясь в ионизированном пространстве вокруг коллектора, могут образовать мощную дугу, перекрывающую траверсы щеток разной полярности. Это называется ***круговым огнем*** по коллектору и вызывает серьезную аварию.

Для улучшения коммутации принимаются меры, которые сводятся к уменьшению добавочного тока ***is***. Одной из самых радикальных мер является применение дополнительных полюсов. Обмотка возбуждения дополнительных полюсов соединена последовательно с обмоткой якоря. В активных сторонах секции наводится дополнительная Э.Д.С. коммутации ***ек***, направление которой встречно ***Е***, а значит, и ***es***