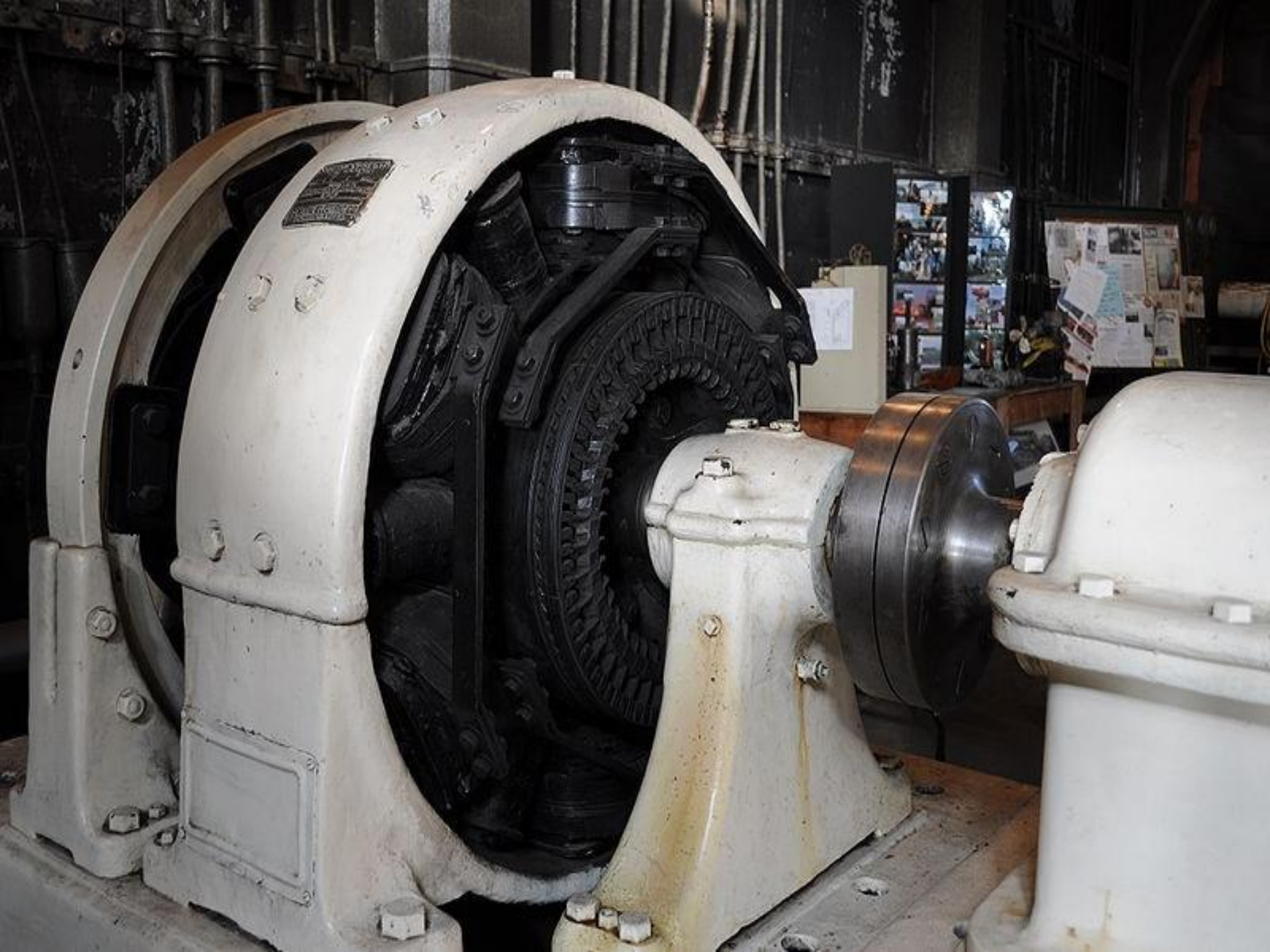


Подготовил студент: Тихов И.В.

ГЕНЕРАТОР ПОСТОЯННОГО ТОКА





-
- Генератор постоянного тока преобразует механическую энергию в электрическую. В зависимости от способов соединения обмоток возбуждения с якорем генераторы подразделяются на:
 1. генераторы независимого возбуждения;
 2. генераторы с самовозбуждением;
 - генераторы параллельного возбуждения;
 - генераторы последовательного возбуждения;
 - генераторы смешанного возбуждения;
 - Генераторы малой мощности иногда выполняются с постоянными магнитами. Свойства таких генераторов близки к свойствам генераторов с независимым возбуждением.

ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

- Генераторы постоянного тока являются источниками постоянного тока, в которых осуществляется преобразование механической энергии в электрическую. Якорь генератора приводится во вращение каким-либо двигателем, в качестве которого могут быть использованы электрические двигатели внутреннего сгорания и т.д. Генераторы постоянного тока находят применение в тех отраслях промышленности, где по условиям производства необходим или является предпочтительным постоянный ток (на предприятиях металлургической и электролизной промышленности, на транспорте, на судах и др.). Используются они и на электростанциях в качестве возбуждателей синхронных генераторов и источников постоянного тока.
- В последнее время в связи с развитием полупроводниковой техники для получения постоянного тока часто применяются выпрямительные установки, но несмотря на это генераторы постоянного тока продолжают находить широкое применение.
- Генераторы постоянного тока выпускаются на мощности от нескольких киловатт до 10 000 кВт.

- Генераторы постоянного тока представляют собой обычные индукционные генераторы, снабженные особым приспособлением — так называемым коллектором,— дающим возможность превратить переменное напряжение на зажимах (щетках) машины в постоянное.

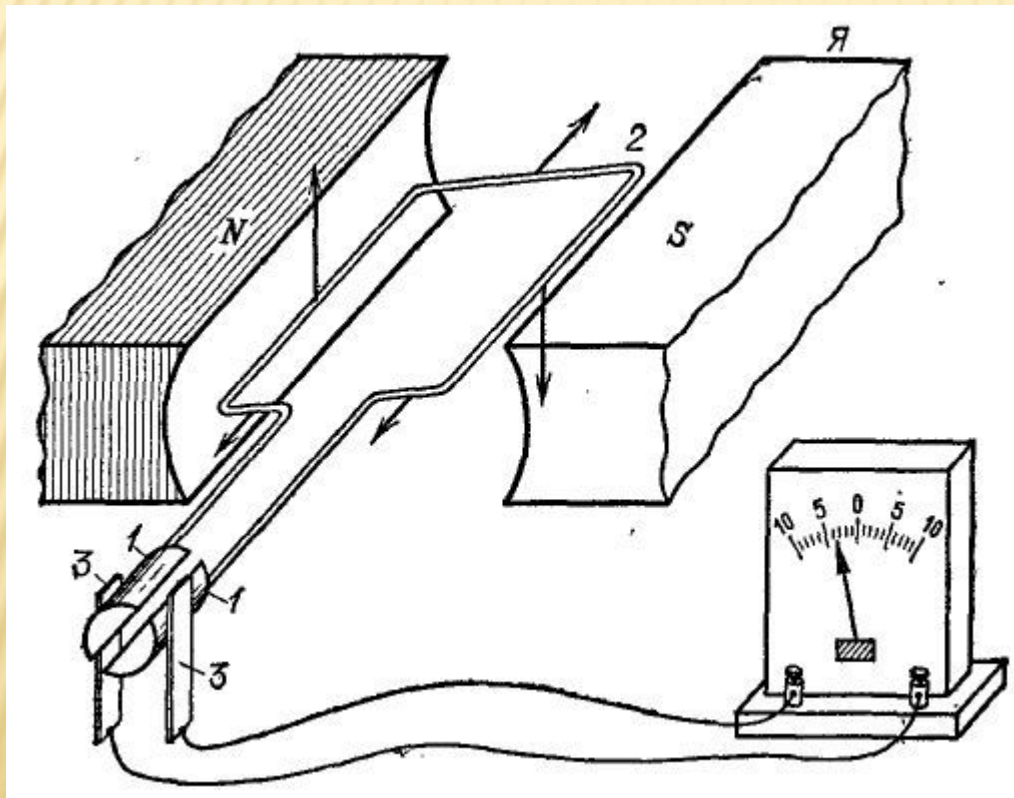


Рис. 329. Схема генератора постоянного тока:

- 1 — полукольца коллектора,
- 2 — вращающийся якорь (рамка),
- 3 — щетки для съема индукционного тока

-
- Принцип устройства коллектора ясен из рис. 329, на котором изображена схема простейшей модели генератора постоянного тока с коллектором. Эта модель отличается от рассмотренной выше модели генератора переменного тока (рис. 288) лишь тем, что здесь концы якоря (обмотки) соединены не с отдельными кольцами, а с двумя полукольцами 1, разделенными изолирующим материалом и надетыми на общий цилиндр, который вращается на одной оси с рамкой 2. К вращающимся полукольцам прижимаются пружинящие контакты (щетки) 3, с помощью которых индукционный ток отводится во внешнюю сеть. При каждом полуобороте рамки концы ее, припаянные к полукольцам, переходят с одной щетки на другую. Но направление индукционного тока в рамке, как было разъяснено в § 151, тоже меняется при каждом полуобороте рамки. Поэтому, если переключения в коллекторе происходят в те же моменты времени, когда меняется направление тока в рамке, то одна из щеток всегда будет являться положительным полюсом генератора, а другая — отрицательным, т. е. во внешней цепи будет идти ток, не меняющий своего направления. Можно сказать, что с помощью коллектора мы производим выпрямление переменного тока, индуцируемого в якоре машины.

График напряжения на зажимах такого генератора, якорь которого имеет одну рамку, а коллектор состоит из двух полуколец, изображен на рис. 330. Как видим, в этом случае напряжение на зажимах генератора, хотя и является прямым, т. е. не меняет своего направления, но все время

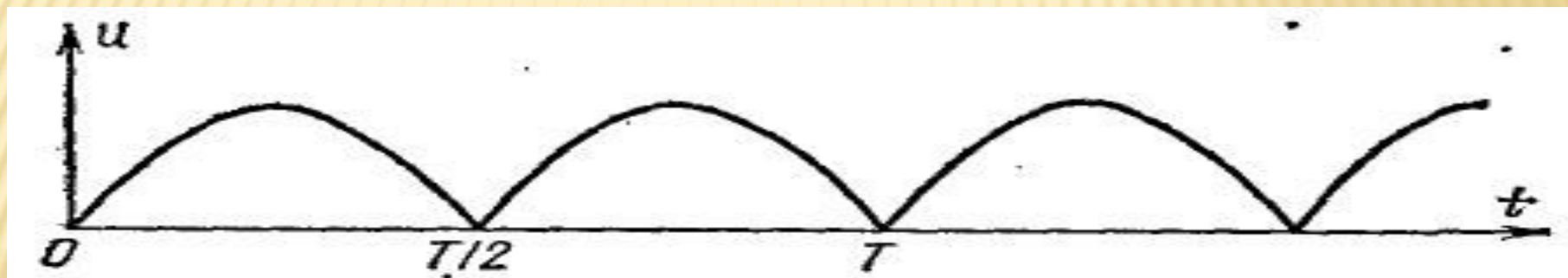


Рис. 330. Зависимость напряжения на зажимах генератора постоянного тока от времени

меняется от нуля до максимального значения. Такое напряжение и соответствующий ему ток часто называют прямым пульсирующим током. Нетрудно сообразить, что напряжение или ток проходят весь цикл своих изменений за время одного полупериода переменной э. д. с. в обмотках генератора. Иначе говоря, частота пульсаций вдвое больше частоты переменного тока.

-
- Чтобы сгладить эти пульсации и сделать напряжение не только прямым, но и постоянным, якорь генератора составляют из большого числа отдельных катушек, или секций, сдвинутых на определенный угол друг относительно друга, а коллектор составляют не из двух полуколец, а из соответствующего числа пластин, лежащих на поверхности цилиндра, вращающегося на общем валу с якорем. Концы каждой секции якоря припаиваются к соответствующей паре пластин, разделенных изолирующим материалом. Такой якорь называют якорем барабанного типа (рис. 331). На рис. 332 показан генератор постоянного тока в разобранном виде, а на рис. 333 — схема устройства такого генератора с четырьмя секциями якоря и двумя парами пластин на коллекторе. Общий вид генератора постоянного тока марки ПН показан на рис. 334. Генераторы этого типа изготавливаются на мощности от 0,37 до 130 кВт и на напряжения 115, 115/160, 230/320 и 460 В при частоте вращения ротора от 970 до 2860 оборотов в минуту.

Из рис. 332 и 333 мы видим, что, в отличие от генераторов переменного тока, в генераторах постоянного тока вращающаяся часть машины — ее ротор — представляет собой якорь машины (барабанного типа), а индуктор помещен в неподвижной части машины — ее статоре. Статор (станина генератора) выполняется из литой стали или чугуна, и на внутренней его поверхности укрепляются выступы, на которые надеваются обмотки, создающие в машине магнитное

поле.

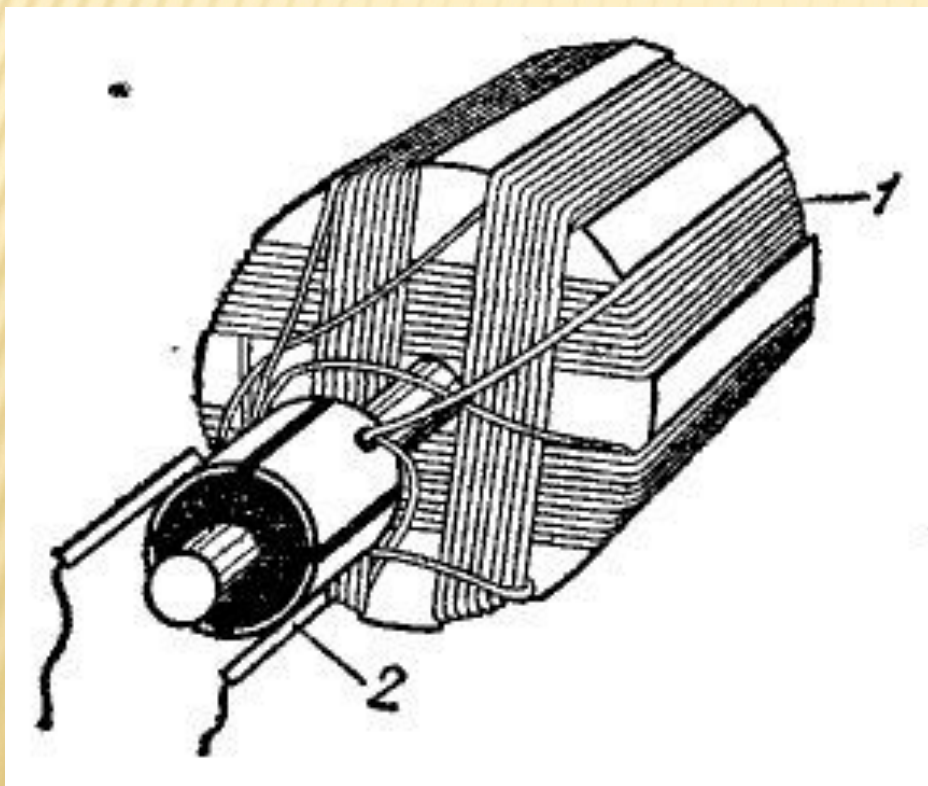


Рис. 331. Якорь барабанного типа генератора постоянного тока: 1 — барабан, на котором расположены витки четырех обмоток, 2 — коллектор, состоящий из двух пар пластин

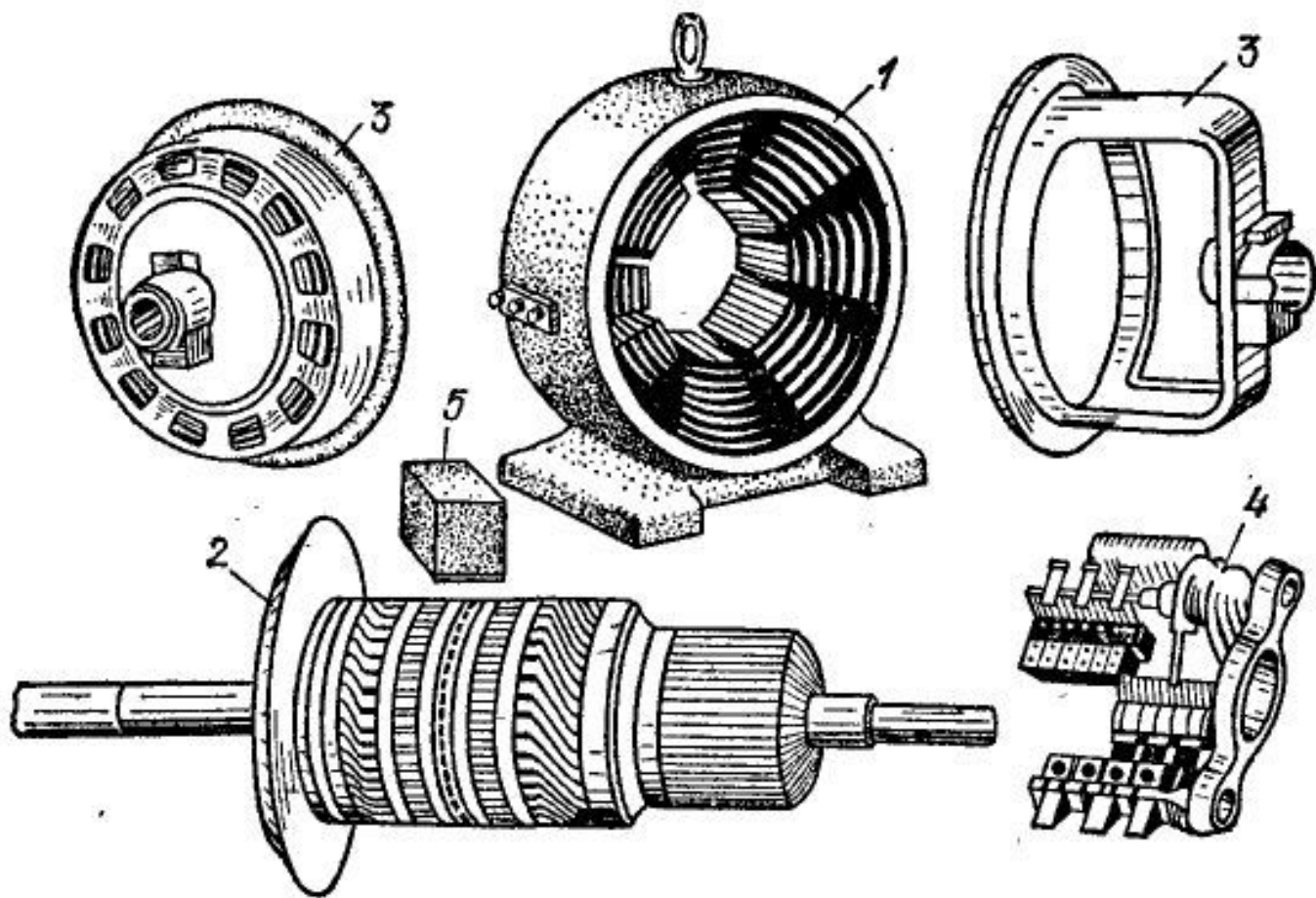


Рис. 332.
Генератор
постоянного тока в
разобранном виде:
1 — станина,
2 — якорь,
3 —
подшипниковые
щиты,
4 — щетки с
щеткодержателями,
укрепленные на
траверзе,
5 — сердечник
полюса

поле (рис. 335, а). На рис. 333 показана только одна пара полюсов N и S; на практике обычно в статоре размещают несколько пар таких полюсов. Все их обмотки соединяют

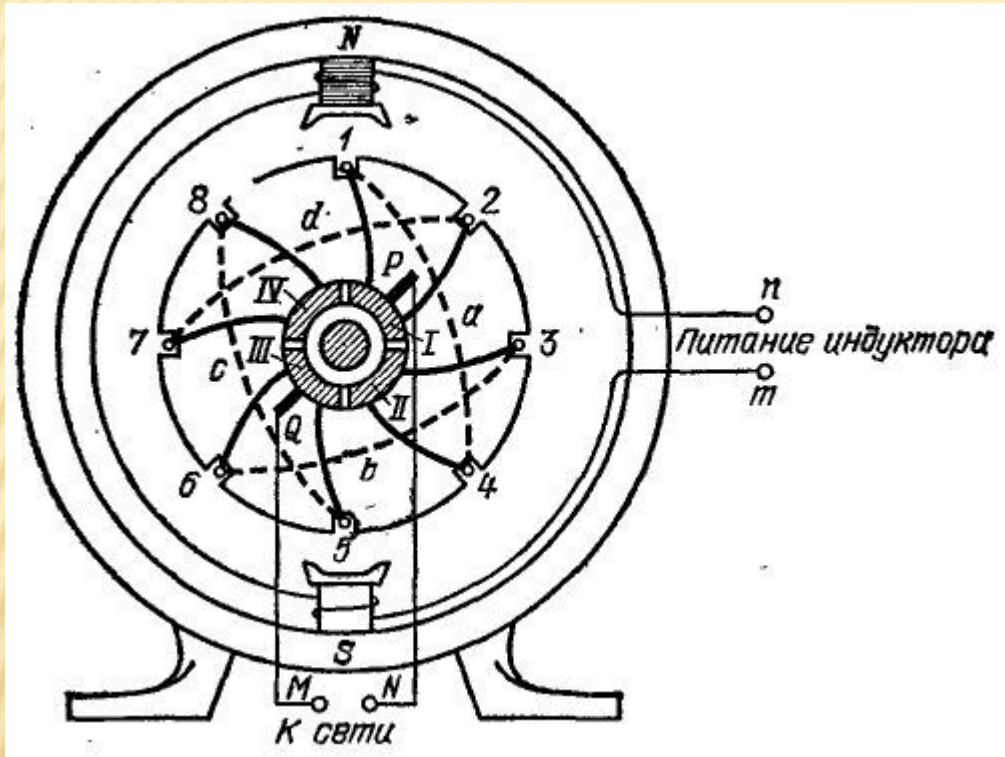


Рис. 333. Схема генератора постоянного тока с четырьмя секциями якоря и четырьмя пластинами на коллекторе

последовательно, и концы выводят на зажимы m и n , через которые в них подается ток, создающий в машине магнитное поле.

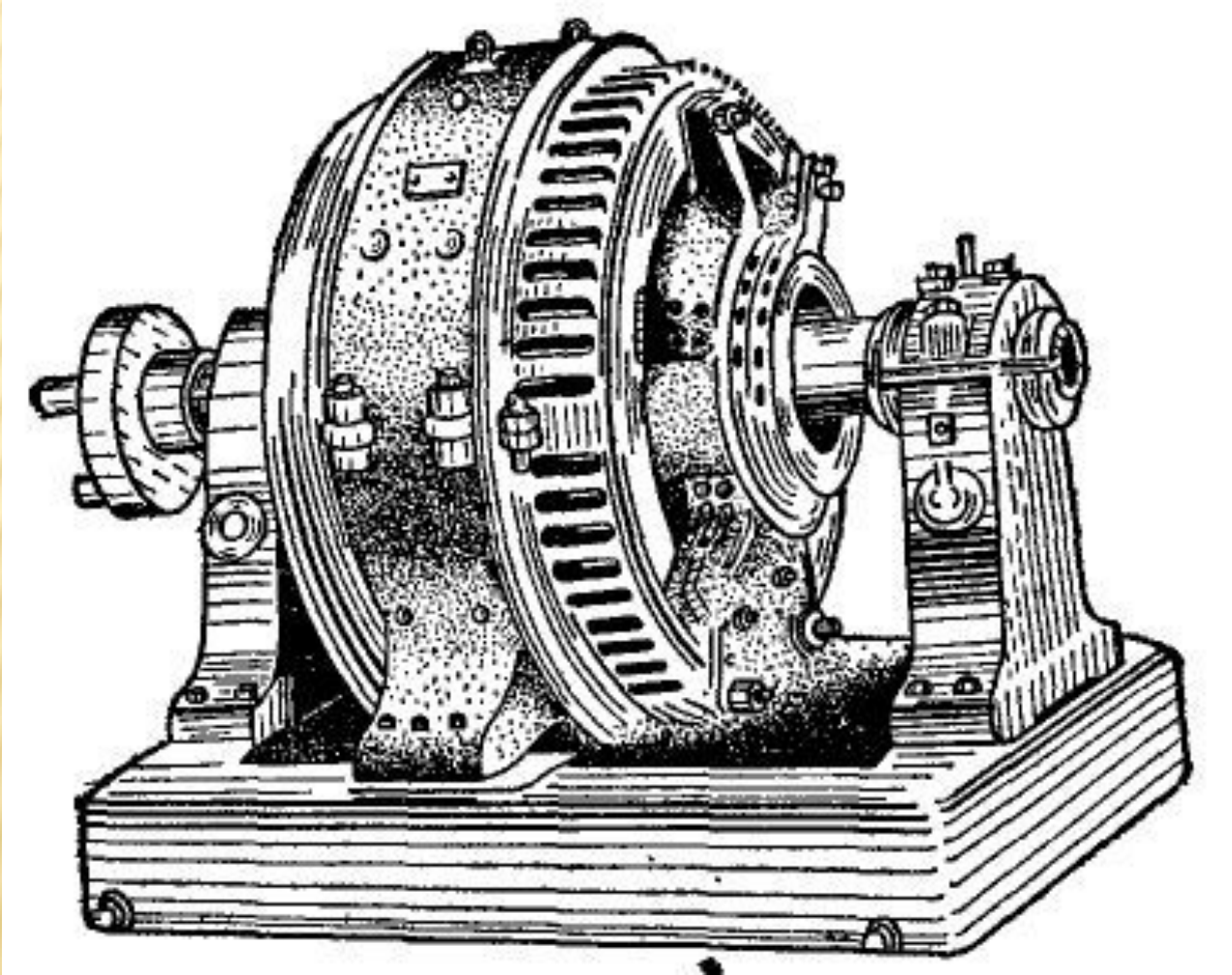


Рис. 334. Внешний вид генератора постоянного тока

Так как выпрямление происходит лишь на коллекторе машины, а в каждой секции индуцируется переменный ток, то во избежание сильного нагревания токами Фуко сердечник якоря делают не сплошным, а набирают из отдельных стальных листов, на краю которых выштамповываются выемки для активных проводников якоря, а в центре — отверстие для вала со шпонкой (рис. 335, б). Эти листы изолируются друг

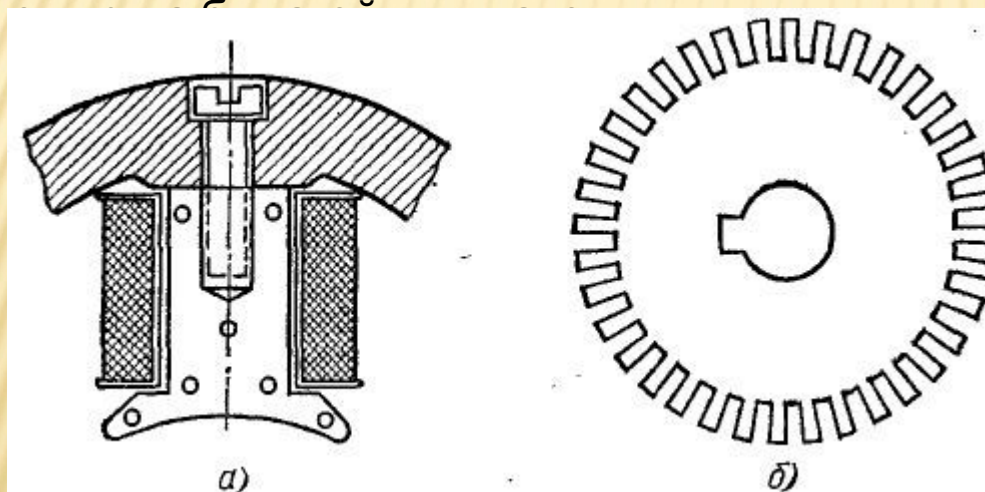


Рис. 335. Детали генератора постоянного тока:
а) полюсный сердечник с обмоткой возбуждения;
б) стальной лист якоря с отверстием в центре

-
- 168.1. Почему статор генератора переменного тока собирается из отдельных стальных листов, а статор генератора постоянного тока представляет собой массивную стальную или чугунную отливку?

Схему соединения отдельных секций обмотки якоря с пластинами коллектора можно уяснить себе из рис. 333. Здесь круг с вырезами изображает задний торец железного сердечника, в пазах которого уложены длинные провода отдельных секций, параллельные оси цилиндра. Провода эти, обычно называемые в электротехнике активными, перенумерованы на рисунке цифрами 1—8. На задней торцевой стороне якоря эти провода соединены попарно так называемыми соединительными проводами, которые на рисунке изображены штриховыми линиями и отмечены буквами a, b, c, d. Как видим, каждые два активных провода и один соединительный образуют отдельную рамку — секцию якоря, свободные концы которой припаяны к паре пластин коллектора.

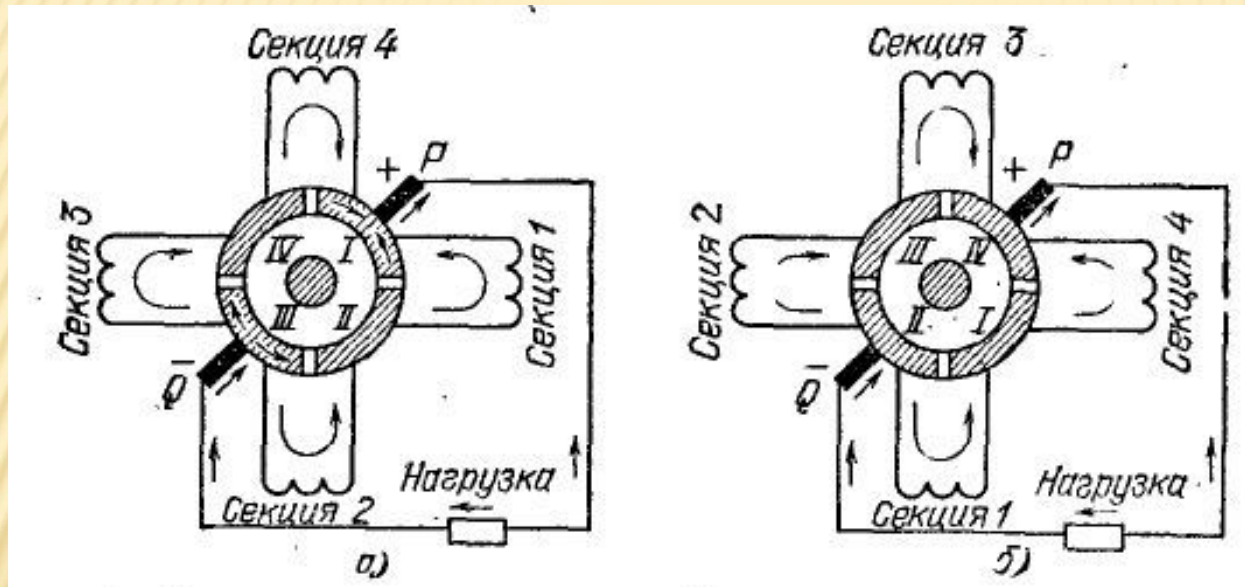
Первую секцию составляют активные провода 1 и 4 и соединительный провод а; концы ее припаяны к коллекторным пластинам I и II. К той же пластине II припаян свободный конец активного провода 3, который вместе с активным проводом 6 и соединительным проводом б образует вторую секцию; свободный конец этой секции припаян к коллекторной пластине III, и к той же пластине припаян конец третьей секции, состоящей из активных проводов 5 и 8 и соединительного провода с. Другой свободный конец третьей секции припаян к коллекторной пластине IV. Наконец, четвертую секцию составляют активные провода 7 и 2 и соединительный провод d. Концы этой секции припаяны соответственно к коллекторным пластинам IV и I.

Мы видим, таким образом, что все секции якоря барабанного типа соединены друг с другом так, что они образуют одну замкнутую цепь. Такой якорь называют поэтому короткозамкнутым.

Пластины коллектора I—IV и щетки P и Q показаны на рис. 333 в той же плоскости, но на самом деле они, так же как и провода, соединяющие их с концами секций и изображенные на рисунке сплошными линиями, находятся на противоположной стороне цилиндра.

Разберем подробнее эту схему, чтобы выявить основные принципиальные особенности конструкции и работы якоря барабанного типа.

Щетки Р и Q прижимаются к паре противоположных пластин коллектора. На рис. 336, а изображен момент, когда щетка Р касается пластины I, а щетка Q — пластины III. Нетрудно видеть, что, выйдя, например, из щетки Р, мы можем прийти к щетке Q по двум параллельно



включенным между ними ветвям: либо через секции 1 и 2, либо через секции 4 и 3, как это схематически показано на рис. 336, а. Через четверть оборота щетки будут касаться пластин II и IV, но опять между ними окажутся две параллельные ветви с секциями 4 и 1 в одной ветви и 2 и 3 — в другой (рис. 336, б). То же будет иметь место и в другие моменты вращения якоря.

Рис. 336. Схема присоединения секций якоря к щеткам в два момента времени, отстоящие на четверть периода: а) одна ветвь содержит секции 1 и 2, а другая — секции 3 и 4; б) первая ветвь содержит секции 4 и 1, а вторая — секции 2 и 3. Во внешней цепи (нагрузке) ток всегда идет от Р к Q

-
- Таким образом, короткозамкнутая цепь якоря в любой момент времени распадается между щетками на две параллельные ветви, в каждую из которых последовательно включена половина секций якоря. При вращении якоря в поле индуктора в каждой секции индуцируется переменная э. д. с. Направления токов, индуцируемых в некоторый момент времени в различных секциях, отмечены на рис. 336 стрелками. Через половину периода все направления индуцированных э. д. с. и токов изменятся на обратные, но так как в момент изменения их знака щетки меняются местами, то во внешней цепи ток будет всегда иметь одно и то же направление; щетка Р всегда является положительным, а щетка Q — отрицательным полюсом генератора. Таким образом, коллектор выпрямляет переменную э. д. с, возникающую в отдельных секциях якоря.

Из рис. 336 мы видим, что э. д. с, действующие в обеих ветвях, на которые распадается цепь якоря, направлены «навстречу» друг другу. Поэтому, если бы во внешней цепи не было тока, т. е. к зажимам генератора не была бы присоединена никакая нагрузка, то общая э. д. с, действующая в короткозамкнутой цепи якоря, была бы равна нулю, т. е. тока в этой цепи не было бы. Положение было бы таким же, как

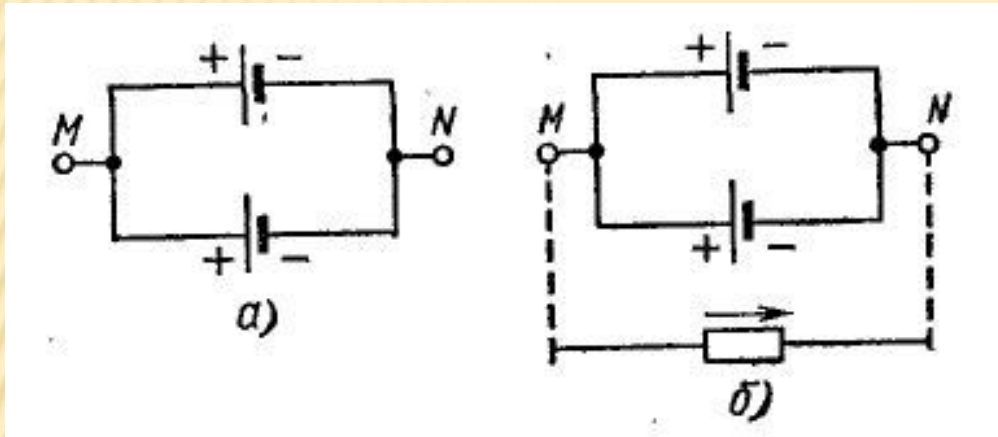


Рис. 337. а) В цепи, составленной из двух включенных «навстречу» элементов, при отсутствии нагрузки тока нет. б) При наличии нагрузки элементы соединены по отношению к ней параллельно. Ток нагрузки разветвляется и половина его проходит через каждую ветвь

при включении «навстречу» друг другу двух гальванических элементов без внешней нагрузки (рис. 337, а). Если же мы присоединим к этим двум элементам нагрузку (рис. 337, б), то по отношению к внешней сети оба элемента окажутся включенными параллельно, т. е. напряжение на зажимах сети (М и N) будет равно напряжению каждого элемента. То же, очевидно, будет иметь место и в нашем генераторе, если к его зажимам (М и N на рис. 333) мы присоединим какую-нибудь нагрузку (лампы, двигатели и т. п.): напряжение на зажимах генератора будет равно напряжению, создаваемому в каждой из двух параллельных ветвей, на которые распадается якорь генератора.

-
- Э. д. с, индуцированные в каждой из этих ветвей, складываются из э. д. с. каждой из последовательно соединенных секций, входящих в эту ветвь. Поэтому мгновенное значение результирующей э. д. с. будет равно сумме мгновенных значений отдельных э. д. с. Но при определении формы результирующего напряжения на зажимах генератора нужно учитывать два обстоятельства: а) благодаря наличию коллектора каждое из складываемых напряжений выпрямляется, т. е. имеет форму, изображаемую кривыми 1 или 2 на рис. 338; б) напряжения эти сдвинуты по фазе на четверть периода, так как секции, входящие в каждую ветвь, смещены друг относительно друга на $\pi/2$. Кривая 3 на рис. 338, полученная путем сложения соответственных ординат кривых 1 и 2, изображает форму напряжения на зажимах генератора. Как видим, пульсации на этой кривой имеют удвоенную частоту и значительно меньше, чем пульсации в каждой секции. Напряжение и ток в цепи уже не только прямые (не меняющие направления), но и почти постоянные.

-
- Чтобы еще более сгладить пульсации и сделать ток практически совершенно постоянным, на практике помещают на якоре машины не 4 отдельные секции, а значительно большее число их: 8, 16, 24, ... Такое же число отдельных пластин имеется на коллекторе. Схемы соединения при этом, конечно, значительно усложняются, но принципиально такой якорь ничем не отличается от описанного. Все секции его образуют одну короткозамкнутую цепь, распадающуюся по отношению к щеткам машины на две параллельные ветви, в каждой из которых действуют последовательно соединенные и смещенные по фазе друг относительно друга э. д. с. половинного числа секций. При сложении этих э. д. с. получается почти постоянная э. д. с. с очень малыми пульсациями.