

Пример построения обмотки машины постоянного тока

По данным обмоток якоря требуется:

- Рассчитать шаги обмотки.
- Построить развернутую схему, пронумеровав пазы сердечника якоря и пластины коллектора.
- Расставить главные полюса и указать их полярность.
- Указать направление вращения якоря.
- Указать направление тока в активных сторонах секций.
- Расставить щетки на коллекторе и указать их полярность.

Ниже приведены примеры практического выполнения развернутых схем обмоток якорей как петлевого так и волнового типа.

Выполнение схемы простой петлевой обмотки

В качестве **примера** рассмотрим обмотку со следующими **исходными данными**: $Z = 18$; $u_n = 1$; $2p = 4$; обмотка правоходовая; режим работы – генераторный.

Определение шагов обмотки

$$y_1 = \frac{Z_{\partial}}{2p} \mp \varepsilon = \frac{18}{4} - \frac{1}{2} = 4.$$

Так как обмотка правоходовая, то

$$y = y_k = 1; y_2 = y - y_1 = 1 - 4 = -3.$$

Построение схемы петлевой обмотки

Выполнение развернутой схемы начинается с изображения $Z = 18$ пар параллельных вертикальных линий одинаковой длины, расположенных на одинаковом расстоянии. Каждая пара линий представляет собой сплошную и штриховую линии, изображающие соответственно активные стороны секций, расположенных в верхнем и нижнем слоях паза. Нумеруем пазы по порядку слева направо.

Ниже вертикальных параллельных линий проводим две горизонтальные параллельные линии на небольшом расстоянии друг от друга, это является заготовкой для изображения коллектора. Коллекторные пластины выполняем шириной, равной расстоянию между одноименными активными сторонами соседних секций обмотки (рис. 1). Таким образом, получаем 18 коллекторных пластин. Пластины пока не нумеруются.

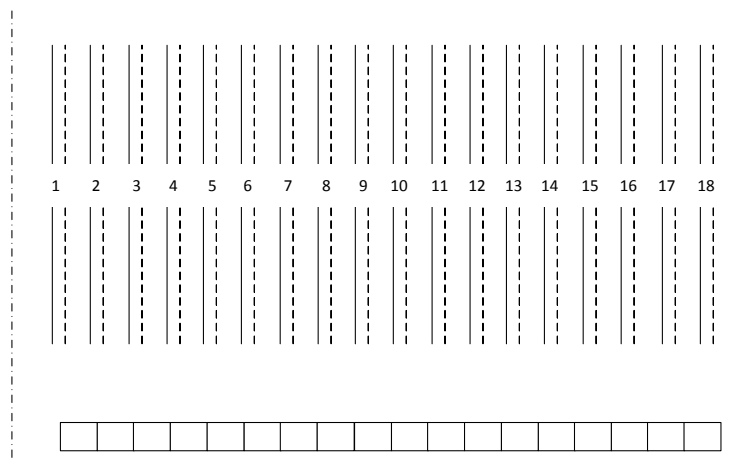


Рис. 1. К построению обмотки

Выполнение схемы начинаем с соединения активных сторон, образующих первую секцию (со стороны противоположной коллектору) в соответствии с первым частичным шагом y_1 .

Соединяем сплошную линию паза первого со штриховой линией паза пятого, т.к. $1 + y_1 = 1 + 4 = 5$. Используя второй частичный шаг $y_2 = -3$, можно определить коллекторную пластину, к которой присоединена нижняя активная сторона паза пятого: $5 + y_2 = 5 - 3 = 2$, т.е. ко второй коллекторной пластине. Местонахождение второй коллекторной пластины, можно найти, если мысленно провести через середину первой секции линию, параллельную ее сторонам, до пересечения с коллектором. Тогда коллекторную пластину, расположенную справа от этой линии, обозначают номером 2, а слева – номером 1.

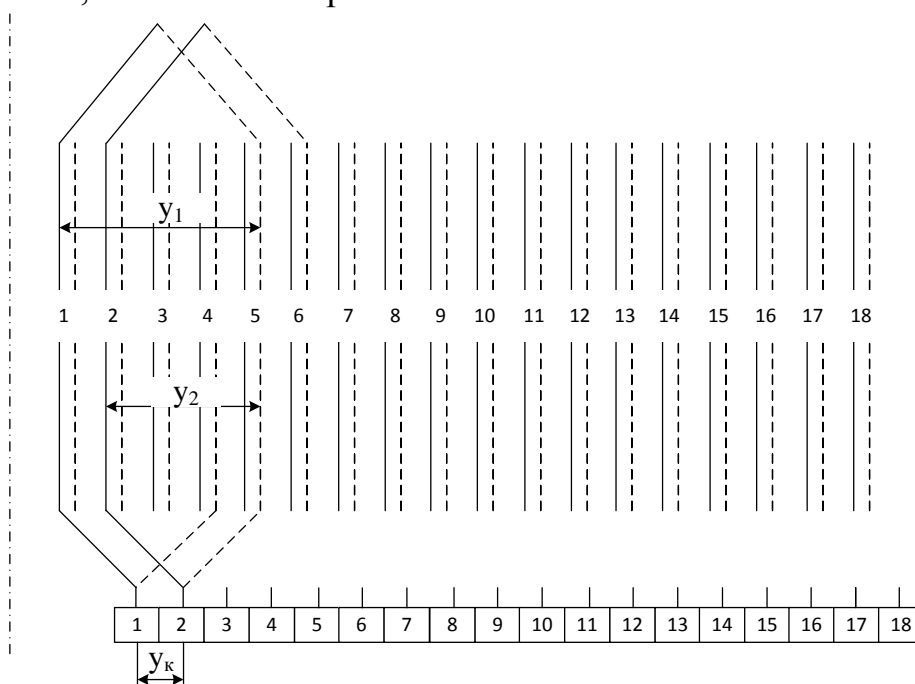


Рис. 2. Построение схемы петлевой обмотки

После этого нумеруют все остальные коллекторные пластины. Сплошную линию паза первого соединяют с первой коллекторной пластиной, а сплошную линию паза второго соединяют со второй коллекторной пластиной. Таким образом, каждая секция простой петлевой обмотки присоединена к соседним коллекторным пластинам.

При таком расположении коллекторных пластин относительно пазов все секции получаются симметричными. Дальнейшее построение схемы обмотки производят аналогичным образом: вторую сплошную линию паза второго соединяют со штриховой линией паза шестого, используя первый частичный шаг ($2 + 4 = 6$). Нижнюю активную сторону паза шестого соединяют с третьей коллекторной пластиной, используя второй частичный шаг

($6 - 3 = 3$). Третью коллекторную пластину соединяют сплошной линией с верхней активной стороной паза третьего и т.д.

Выполнение схемы производят до тех пор, пока конец последней секции не присоединится к первой коллекторной пластине, так как обмотка якоря в машинах постоянного тока является замкнутой. Последнее обстоятельство является проверкой правильности построения обмотки.

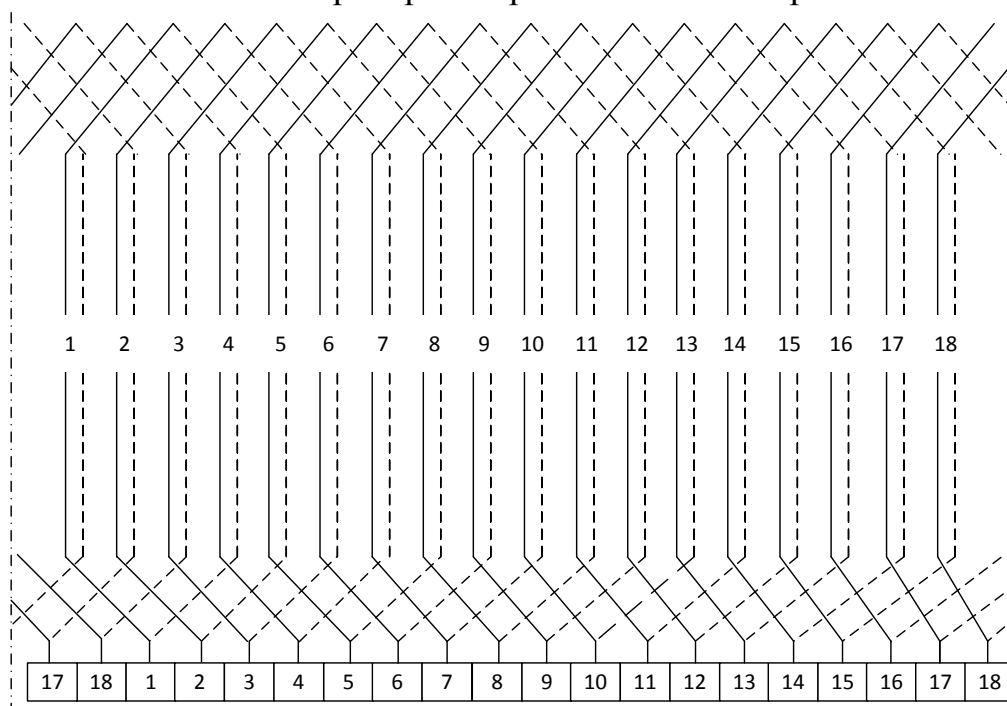


Рис. 3. Построение схемы петлевой обмотки

Расстановка щеток, полюсов, определение полярности щеток

Число щеток в машине постоянного тока равно числу полюсов, а ширина щетки на схеме приравнивается ширине коллекторной пластины (коллекторного деления). Щетки по коллектору расставляются равномерно. Расстояние между соседними щетками составляет K : $2p = 18:4=4,5$ коллекторного деления (рис. 4). Полярность полюсов чередуется -N – S – N – S.

Назовем середину ширины щетки ее центром. Тогда, если центр первой щетки расположить на границе между первой и второй коллекторными пластинами, то центры остальных щеток будут занимать положение.

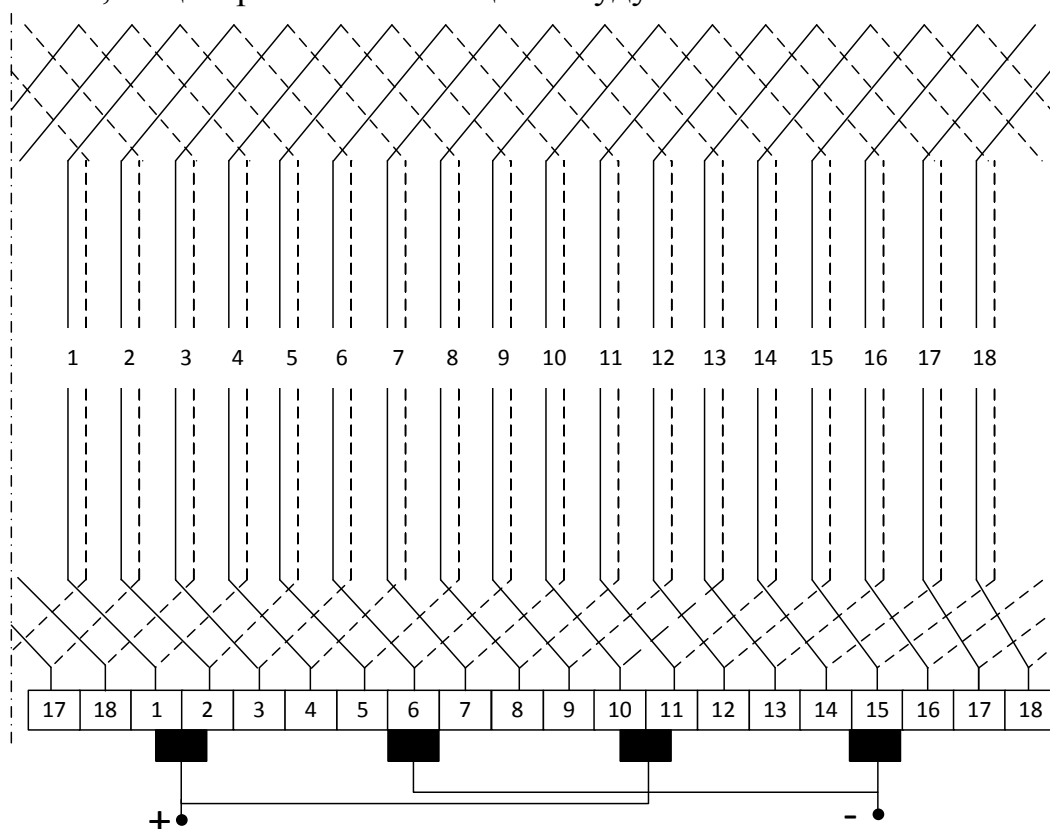


Рис. 4. Построение схемы петлевой обмотки

При определении полярности щеток при работе машины генератором и принятой полярности полюсов необходимо задаться направлением движения якоря n . При этом следует считать, что полюсы расположены над поверхностью схемы обмотки. По правилу правой руки определяется направление ЭДС в активных сторонах секций. В генераторном режиме таким же будет направление тока в секциях. В процессе обхода секций обмотки якоря по (или против) направления тока выявляются так называемые «узловые точки». Тогда в местах расположения щеток токи в активных сторонах секций, присоединенных к точкам «а» и «б» направлены по-разному: к точкам или от точек.

Щетка считается положительной полярности, если ток проходящий через нее направлен во внешнюю сеть. При работе машины двигателем при заданном движении якоря и такой же полярности полюсов, полярность щеток изменяется на противоположную. Щетки одинаковой полярности следует соединить между собой и обозначить полярность обмотки (рис. 5).

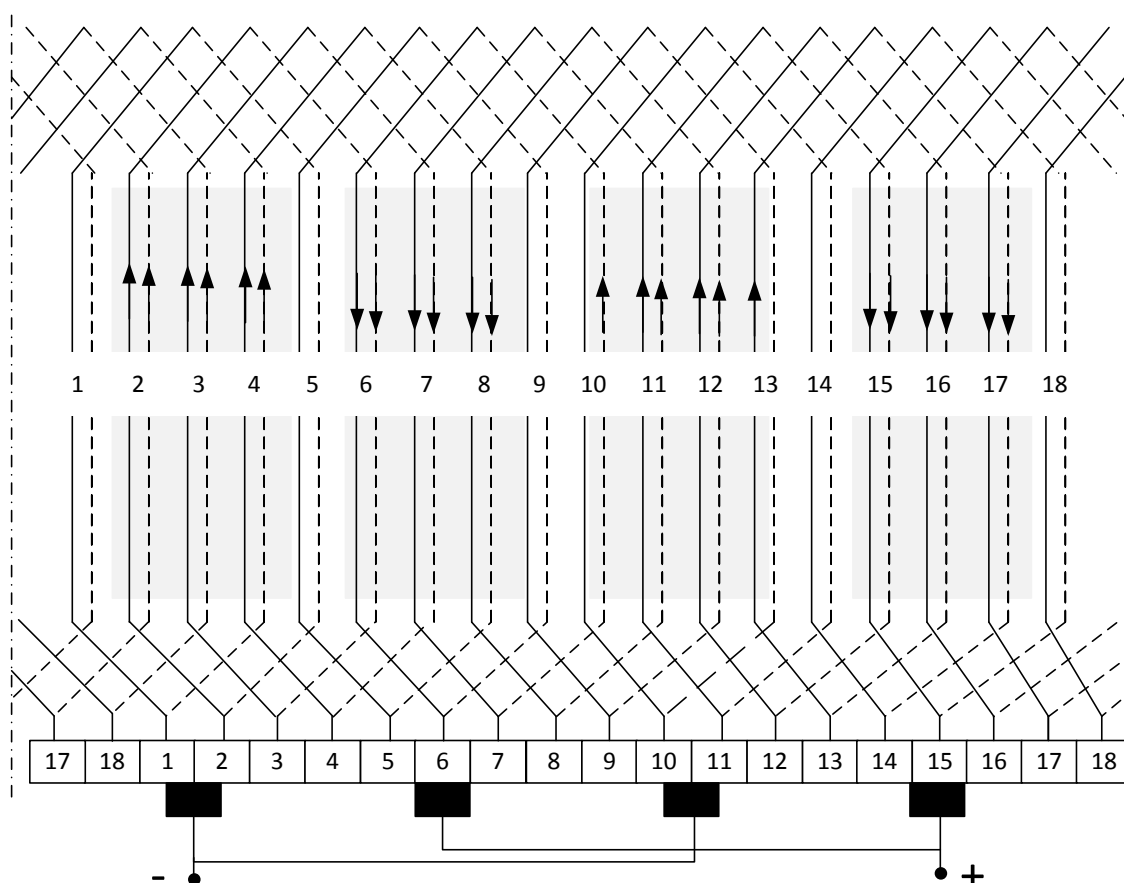


Рис. 5. Схема петлевой обмотки машины постоянного тока

Выполнение схемы простой волновой обмотки

В качестве примера рассмотрим обмотку со следующими исходными данными $Z = 17$; $u_n = 1$; $2p = 4$; обмотка левоходовая.

4.2.11. Определение шагов обмотки

Первый частичный шаг

$$y_1 = \frac{Z_{\partial}}{2p} \pm \varepsilon = \frac{17}{4} - \frac{1}{4} = 4$$

Результирующий и второй частичный шаги

$$y = y_K = \frac{K \pm 1}{p} = \frac{17 - 1}{2} = 8,$$

$$y_2 = y - y_1 = 8 - 4 = 4.$$

Выполнение развернутой схемы начинается с изображения $Z = 17$ пар параллельных вертикальных линий одинаковой длины, расположенных на одинаковом расстоянии. Каждая пара линий представляет собой сплошную и штриховую линии, изображающие соответственно активные стороны секций, расположенных в верхней и нижней частях паза. Нумеруем пазы по порядку слева направо.

Ниже вертикальных параллельных линий проводим две горизонтальные параллельные линии на небольшом расстоянии друг от друга, это является заготовкой для изображения коллектора. Коллекторные пластины

выполняем шириной, равной расстоянию между одноименными активными сторонами соседних секций обмотки.

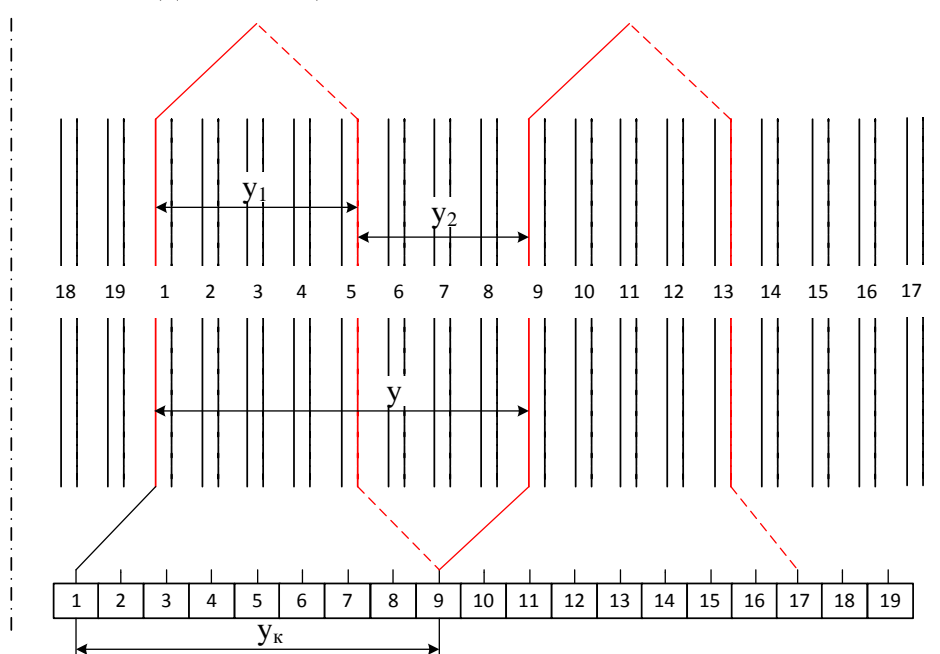


Рис. 6. Построение схемы волновой обмотки

Изобразим такую секцию обмотки якоря, чтобы она располагалась на развернутой схеме не в виде фрагментов, а в полном изображении. Учитывая соотношение между шагами y и y_1 , этой секцией, в частности, будет секция, располагаемая активными сторонами в третьем и седьмом пазах. Изображаем наиболее удаленную лобовую часть этой секции, соединяя сверху сплошную линию третьего паза и штриховую седьмого паза. Эта лобовая часть, как и все остальные, должна быть изображена симметричной. Теперь необходимо присоединить секцию к таким коллекторным пластинам, чтобы соблюсти условие симметрии секции. Выполняя правило нумерации коллекторных пластин, левая клемма этой секции присоединена к коллекторной пластине с тем же порядковым номером. Поэтому нумерация коллекторных пластин начинается с пластины, получившей номер «три».

Правая клемма этой секции должна быть присоединена к одиннадцатой коллекторной пластине. Следующая последовательно соединенная секция левой клеммой присоединена к одиннадцатой коллекторной пластине и расположена левой активной стороной также в верхней части одиннадцатого паза. Правая активная сторона располагается в нижней части пятнадцатого паза (на расстоянии y_1 от одиннадцатого паза) и присоединена ко второй коллекторной пластине. Это соответствует признаку левоходовой обмотки. Дальнейшие подобные действия продолжаются до тех пор, пока не будут размещены все 17 секций обмотки.

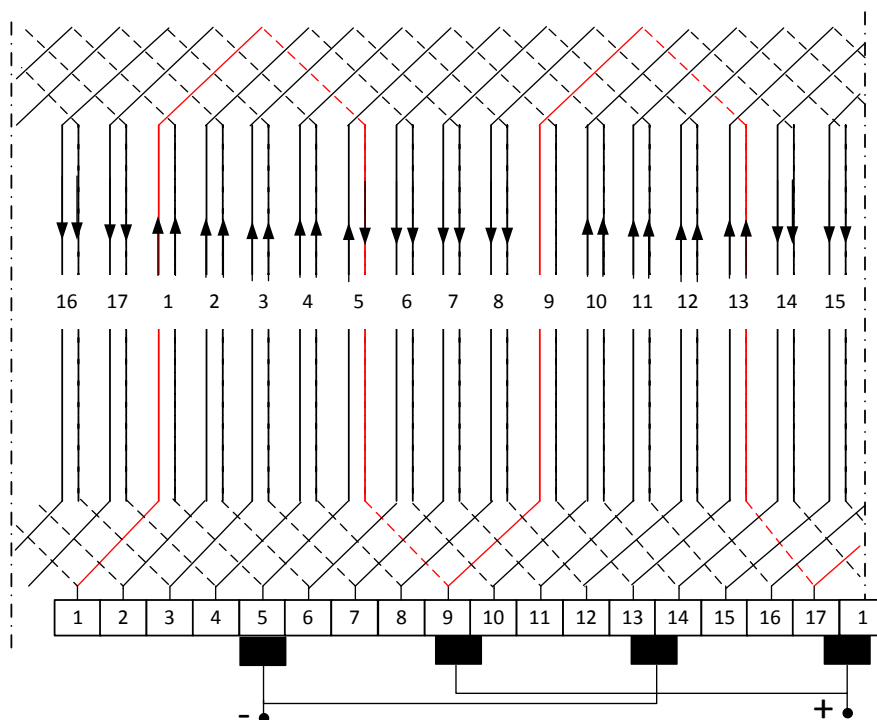


Рис. 5. Схема волновой обмотки машины постоянного тока

Делим схему обмотки якоря на $2p$ полюсных деления. Проводим параллельные линии несколько большей длины, чем линии, изображающие активные части обмотки, но им параллельные. Расстояние между этими линиями равно полюсному делению τ в пазовых делениях.

Главные полюса считаем нависающими над активными частями обмотки. Главные полюса изображаем в виде прямоугольников. Полярность полюсов должна быть чередующейся. Произвольно принято, что в левом крайнем полюсном делении действует южный главный полюс. Рядом – северный и т.д.

Направление вращения якоря произвольно выбрано справа налево, что подтверждается соответствующим направлением горизонтальной стрелки, расположенной над схемой.

Для генераторного режима работы машины постоянного тока определим направления ЭДС и токов в активных сторонах секций. Найдем на схеме обмотки такую секцию, которая имеет полное (не в виде фрагментов) изображение, и ее активные стороны расположены ближе к границам полюсных делений, чем у рядом расположенных секций. Анализируем состояние секций с полным изображением, начиная с секции, левая клемма которой подсоединена к третьей коллекторной пластине. Активные стороны этой секции расположены далеко от границ полюсных делений. Подобное можно отметить и относительно секции, подсоединенной левой клеммой к четвертой коллекторной пластине, но ее активные стороны уже более близко расположены к границам полюсных делений. Секция, подсоединенная левой клеммой к пятой коллекторной пластине, соответствует всем требованиям, чтобы быть взятой за исходную при расстановке щеток. Секция, подсоединенная левой клеммой к шестой коллекторной пластине, своими

активными сторонами находится от границ полюсных делений уже не так близко.

Таким образом, ставим первую щетку, она полностью контактирует с пятой коллекторной пластиной. Расстояние до соседней щетки составляет τ коллекторных делений, т. е. 4,25. Значит, между левыми (или правыми) краями соседних щеток, а также между их серединами, расстояние составляет 4,25 коллекторных делений. Расставляем полный комплект щеток. При определении полярности щеток можно воспользоваться следующим правилом. Для генераторного режима работы при вращении якоря по часовой стрелке под южным полюсом расположена щетка положительной полярности. Якорь на схеме обмотки имеет противоположное направление вращения, поэтому под южным полюсом щетка обладает отрицательной полярностью.