

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

**Сборник методических указаний**

для студентов

по выполнению практических работ

МДК.01.01 Электрические машины

Раздел «Электрические машины»

ПМ.01 «Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту  
электроустановок»

профессионального цикла

программы подготовки специалистов среднего звена

08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования  
промышленных и гражданских зданий»

Новый Уренгой 2017

Методические указания для выполнения практических работ разработаны в соответствии рабочей программой профессионального модуля ПМ.01 «Организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок» на основе ФГОС СПО по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий и содержат требования по подготовке, выполнению и оформлению результатов практических работ.

Методические указания по выполнению практических работ адресованы студентам очной и заочной формы обучения.

РАЗРАБОТЧИК:

Светлана Петровна Ванислава, преподаватель

Данные методические указания

являются собственностью

© ЧПОУ «Газпром Техникум Новый Уренгой»

Рассмотрены на заседании кафедры  
электротехнических специальностей и  
рекомендованы к применению

Протокол № 5 от « 18 » января 2017 г.

Заведующий кафедрой

Константинова Е.Г. Константинова

Зарегистрированы в реестре банка программной,  
оценочной и учебно-методической  
документации

Регистрационный номер 326.114/101.ЭП.ПМ.01.

К ЭТС. 001-14

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
5. Практические работы.....	10
5.1 Практическая работа № 1 Расчет параметров и выполнение развернутой схемы обмотки .....	10
якоря машины постоянного тока.....	10
5.2 Практическая работа № 2 Расчет параметров и построение развернутой схемы 3-х фазной двухслойной обмотки статора.....	18
Лист согласования.....	26

## ВВЕДЕНИЕ

### Уважаемый студент!

Методические указания по МДК 01.01 «Электрические машины» для выполнения практических работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к практическим работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению практической работы, Вы должны внимательно прочитать цель занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о практической работе Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения зачета по МДК и допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическую Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Выполнение практических работ направлено на достижение следующих **целей:**

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;
- формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, профессионального модуля. Освоенные

на практических и лабораторных занятиях умения в совокупности с усвоенными знаниями и полученным практическим опытом при прохождении учебной и производственной практики формируют профессиональные компетенции;

- совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации, которые соответствуют общим компетенциям, перечисленным в ФГОС СПО.

Предусмотрено проведение двух работ для очной формы обучения.

**Образовательные результаты, подлежащие проверке в ходе выполнения практических работ -**

в ходе освоения МДК 01.01 «Электрические машины» и выполнения практических работ у студента формируются *практический опыт и компетенции:*

ПО

Код	Наименование результата обучения
ПО 1	организации и выполнения работ по эксплуатации и ремонту электроустановок

ПК

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1	Организовывать и осуществлять эксплуатацию электроустановок промышленных и гражданских зданий.
ПК 1.2	Организовывать и производить работы по выявлению неисправностей электроустановок промышленных и гражданских зданий.
ПК 1.3	Организовывать и производить ремонт электроустановок промышленных и гражданских зданий.

## ОК

Код	Наименование результата обучения
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

## умения:

Код	Наименование результата обучения
У 1	оформлять документацию для организации работ и по результатам испытаний в действующих электроустановках с учетом требований техники безопасности
У 2	осуществлять коммутацию в электроустановках по принципиальным схемам
У 3	читать и выполнять рабочие чертежи электроустановок
У 4	производить электрические измерения на различных этапах эксплуатации электроустановок
У 5	планировать работу бригады по эксплуатации электроустановок
У 6	контролировать режимы работы электроустановок
У 7	выявлять и устранять неисправности электроустановок
У 8	планировать мероприятия по выявлению и устранению неисправностей с соблюдением требований техники безопасности
У 9	планировать и проводить профилактические осмотры электрооборудования
У 10	планировать ремонтные работы
У11	выполнять ремонт электроустановок с соблюдением требований техники безопасности
У12	контролировать качество проведения ремонтных работ

*знания:*

Код	Наименование результата обучения
Зн. 1	основные законы электротехники;
Зн. 2	классификацию кабельных изделий и область их применения;
Зн. 3	устройство, принцип действия и основные технические характеристики электроустановок;
Зн. 4	правила технической эксплуатации осветительных установок, электродвигателей, электрических сетей;
Зн. 5	условия приемки электроустановок в эксплуатацию;
Зн. 6	перечень основной документации для организации работ;
Зн. 7	требования техники безопасности при эксплуатации электроустановок;
Зн. 8	устройство, принцип действия и схемы включения измерительных приборов;
Зн. 9	типичные неисправности электроустановок и способы их устранения;
Зн. 10	технологическую последовательность производства ремонтных работ;
Зн. 11	назначение и периодичность ремонтных работ;
Зн. 12	методы организации ремонтных работ.

**Внимание!** Если в процессе подготовки к практическим работам или при решении задач у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий. Время проведения дополнительных занятий можно узнать в открытом информационном пространстве Техникума.

**Желаем Вам успехов!!!**

## 1. Порядок выполнения практических работ

При выполнении практических работ необходимо воспользоваться:

- методическим указанием по выполнению практических работ

## 2. Защита практической работы

Защита практической работы проводится в устной или письменной форме по контрольным вопросам, приведенным в методических указаниях

## 3. Требования к оформлению отчетов по практическим работам

Отчет по практической работе должен быть оформлен на листах формата А4 с рамкой и должен содержать все, что указано в пункте «СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА» данных методических указаний по конкретной практической работе

## 4. Критерии оценки практической работы

Оценка	Критерии
«Отлично»	1. Правильно выполнена работа в полном объеме с соблюдением технологической последовательности расчетов и черчения схем. 2 Проявляются организационно-трудовые умения, профессиональные и общие компетенции. 3Верно определяются параметры и характеристики электрических машин и трансформаторов 5 Точно проведены технические расчёты, построены графики, схемы и сделаны выводы по результатам построений и расчётов.
«Хорошо»	1. . В ходе выполнения работы допущено два-три недочета или не более одной ошибки и одного недочета. 2 В отчёте допущены неточности, выводы сделаны неполные.
«Удовлетворительно»	1. Работа выполняется правильно не менее, чем на половину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные



	<p>результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.</p> <p>2. Работа поначалу проведена с помощью преподавателя; или в ходе проведения расчетов или в формулировании выводов допущены ошибки.</p> <p>3. Допускает грубую ошибку в расчете (в объяснении, в оформлении работ), которая исправляется по требованию преподавателя.</p>
«Неудовлетворительно»	<p>1. Выполнил работу не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> <p>2. Расчеты производились неправильно.</p> <p>3. В ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3»</p> <p>4. Допускает две и более грубые ошибки в расчете, в объяснении, в оформлении, работы, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.</p>

## 5. Практические работы

### 5.1 Практическая работа № 1

#### Расчет параметров и выполнение развернутой схемы обмотки якоря машины постоянного тока

**Учебная цель:** формирование умения строить развернутые схемы и составлять электрические схемы параллельных ветвей обмотки якоря машины постоянного тока

#### Порядок выполнения работы:

1. Рассчитать параметры обмотки якоря.
2. Построить развернутую схему обмотки якоря.
3. Построить электрическую схему параллельных ветвей обмотки якоря.
4. Рассчитать сопротивление параллельной обмотки якоря.

#### Ход работы:

1. Получить у преподавателя № варианта, условие задачи, текст которой дается в общем виде. Сформулировать в соответствии с данными варианта текст своего задания.

2. Условие задачи:

По данным, приведенным в таблице 1, рассчитать параметры и начертить развернутую схему простой волновой (ПВ), либо простой петлевой (ПП) обмотки якоря. На схеме обозначить полюсы, расставить щетки, задавшись направлением вращения якоря, определить полярность щеток в генераторном режиме. Выполнить схему параллельных ветвей обмоток якоря и определить её сопротивление, считая при этом сопротивление одной секции равным 0,02 Ом (секции одновитковые).

Таблица 1 – Таблица вариантов

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число пазов Z	20	25	33	32	23	24	29	30	27	28
2p	4	6	8	4	4	8	4	6	4	6
Тип Обмотки	ПП	ПВ	ПВ	ПП	ПВ	ПП	ПВ	ПП	ПВ	ПП

**Методические указания к выполнению работы :**

- расстояние между щетками определяется по формуле

$$l = \frac{K}{2p} \quad (2.1)$$

- полюсное деление :

$$\tau = \frac{\pi D a}{2p} \quad (2.2)$$

- число секций, приходящих на один паз :

$$S_n = \frac{S}{Z} \quad (2.3)$$

- число пазовых сторон в одном пазу :

$$\Pi_n = \frac{N}{Z} = 2Wc = S_n \quad (2.4)$$

- первый частичный шаг по якорю :

$$Y1 = \frac{Z_a}{2p} \pm e \quad (2.5)$$

- второй частичный шаг обмотки по якорю :

$$Y2 = Y1 \pm Y = Y1 \pm 1 \quad (2.6)$$

- ток обмотки якоря :

$$I_a = 2_a * i_a \quad (2.7)$$

- сопротивление параллельной ветви

$$r = 0,02 * n \quad (2.8)$$

### **Содержание отчета:**

- 1 Тема, цель работы.
- 2 Условие задачи.
- 3 Расчет параметров.
- 4 Развернутая схема.
- 5 Электрическая схема.

### **Краткие теоретические сведения:**

Чтобы построить развернутую схему петлевой или волновой обмотки якоря коллекторной машины, необходимо, прежде всего, рассчитать её шаги. Например, если по условию задания нужно рассчитать параметры и выполнить схему простой петлевой обмотки якоря для четырехполюсного магнита ( $2p = 4$ ) постоянного тока, секций 12, обмотка правоходовая, работать нужно в следующем порядке. Первый частичный шаг по якорю:

$$Y1 = \frac{Z_3}{2p} \pm e = \frac{12}{4} \pm 0 = 3 \text{ паза}$$

вторичный первичный шаг :

$$Y2 = Y1 - Y = 3 - 1 = 2 \text{ паза}$$

Прежде чем приступить к выполнению схемы обмотки, необходимо отметить и пронумеровать все пазы и секции, нанести на предполагаемую схему контуры магнитных полюсов и указать их полярность. Затем изображают коллекторные пластины и наносят на схему первую секцию, пазовые части которых располагают в пазах 1 и 4. Коллекторные пластины, к которым присоединены начало и конец этой секции обозначают 1-2. Затем нумеруют все остальные пластины и наносят на схему остальные секции (2, 3, 4). Последняя секция 12 должна замкнуть обмотку, что будет свидетельствовать о правильном выполнении схемы.

Далее на схеме изображают щетки. Расстояние между щетками А и В должно быть равно:

$$l = \frac{K}{2p} = \frac{12}{4} = 3$$

Должно соответствовать полюсному делению.

При определении полярности щеток предполагают, что машина работает на генераторном режиме, и её якорь вращается в направлении стрелки. Воспользовавшись правилом «правой руки» находят направление ЭДС (тока), наведенной в секциях. В итоге получаем, что щетки А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub> от которых ток отводится во внешнюю цепь, являются положительными, а щетки В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> отрицательными щетками. Щетки одинаковой полярности присоединяются

параллельно к выводам соответствующей полярности. Чтобы построить развернутую схему волновой обмотки якоря четырехполусной машины, необходимо определить шаги обмотки по коллектору :

$$Y_k = Y = \frac{(K+1)}{p} \quad (2.3)$$

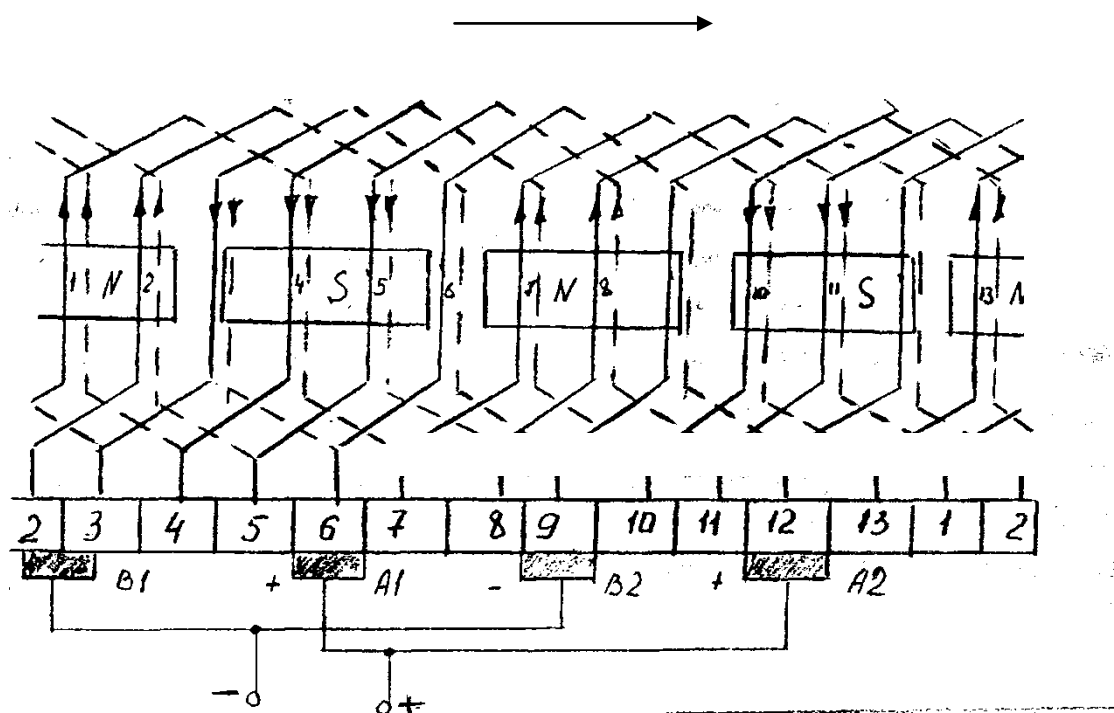


Рисунок 1 - Развернутая схема простой волновой обмотки

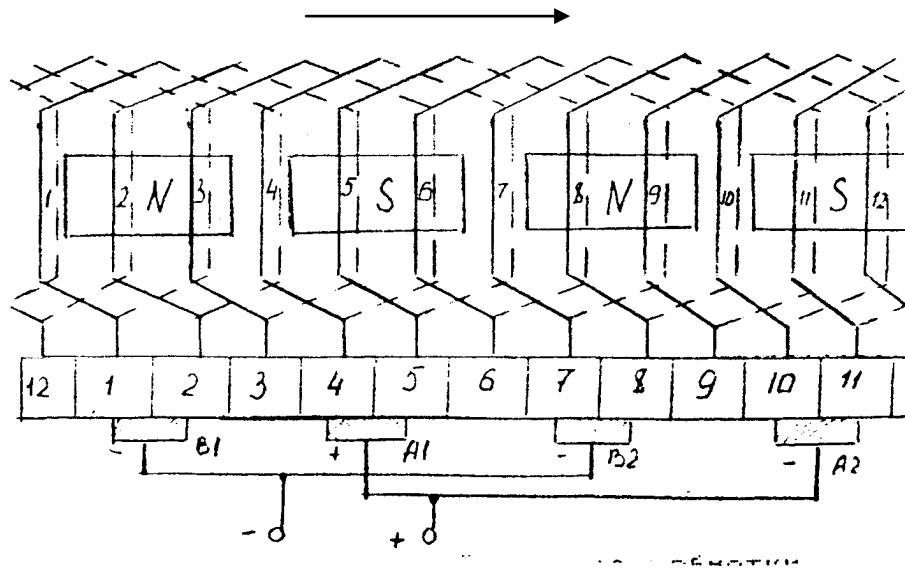


Рисунок 2 - Развернутая схема простой петлевой обмотки

При первом обходе по якорю укладываем 1 и 7 секции. При втором ходе укладываем секции 13 и 6 и т.д., пока не будут уложены все 13 секций, и обмотка не окажется замкнутой. Секции 3, 6, 9 в рассматриваемый момент времени замкнуты через щетки одинаковой полярности и провода, соединяющие их.

Затем определяем полярность щеток.

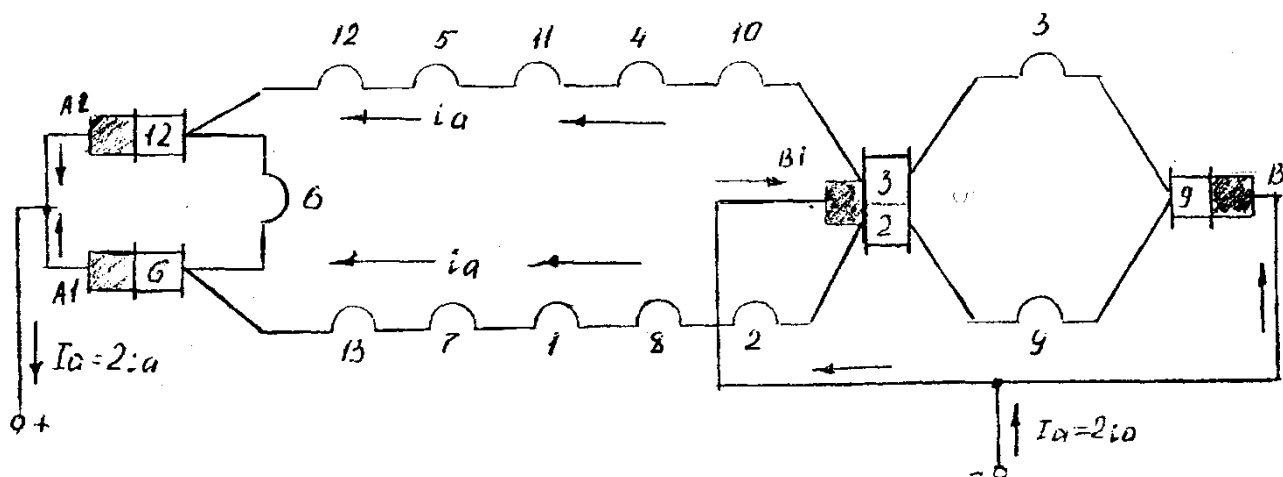


Рисунок 3 - Электрическая схема петлевой волновой обмотки

Из рассмотренных схем видно, что секции, входящие в одну параллельную ветвь, равномерно распределены под всеми полюсами машины.

Следует отметить также, что в простой волновой обмотке можно было бы обойтись двумя щетками  $B_2$  и  $A_2$ , в этом случае нарушилась бы симметрия обмотки. Поэтому в машинах с простыми волновыми обмотками устанавливают полный комплект щеток, столько же, сколько главных полюсов, что тем более позволяет уменьшить значение тока, приходящего на каждую щетку, а, следовательно, уменьшить размеры коллектора.

### Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные параметры обмотки якоря машины постоянного тока, дайте им определения или приведите формулы, по которым они рассчитываются.
2. Условия симметрии обмотки якоря.
3. Уравнители первого рода, как они устроены, и как рассчитать полное число уравнителей?
4. Уравнители второго рода, как они устроены, и как определяется их полное число?
5. Простая петлевая обмотка, её особенности



6. Простая петлевая обмотка, её шаги.
7. Сложная петлевая обмотка, её шаги, ширина щетки.
8. Сложная волновая обмотка, её шаги
9. Сколько щеток принято устанавливать в машине постоянного тока, и особенности их расположения.
10. Комбинированная обмотка якоря, её преимущества и недостатки.

## 5.2 Практическая работа №2

### Расчет параметров и построение развернутой схемы 3-х фазной двухслойной обмотки статора

**Учебная цель:** формирование умения строить развернутые схемы обмоток статора трехфазных машин переменного тока

#### Порядок выполнения работы:

1. По заданию варианта рассчитать параметры трехфазной двухслойной обмотки статора машины переменного тока.
2. Построить развернутую схему обмотки.
3. Показать соединение фаз обмотки звездой.
4. Выбрать укорочение шага с целью снижения гармоник, заданной вариантом.

#### Задача

Расчитать параметры и начертить развернутую схему трехфазной двухслойной обмотки статора по данным, приведенным в таблице 1. Выбрать укорочение шага обмотки, чтобы уничтожилась  $\nu$ -я высшая гармоника в кривой индуцированной ЭДС обмотки. Соединение катушечных групп последовательное, фазы обмотки соединить звездой, катушки одновитковые.

Таблица 1

Величины	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число пазов Z,	48	60	36	48	36	36	24	60	36	54
Число полюсов	8	4	4	4	2	6	2	10	6	6
Гармоника $\nu$	5	7	5	7	5	7	5	7	5	7

Методические указания к выполнению задания:

Обмотки статора машин переменного тока разделяются на двух- и однослойные. В двухслойной обмотке пазовая сторона катушки занимает половину паза по его высоте, а другую половину этого паза занимает пазовая сторона другой катушки. В однослойной обмотке статора пазовая сторона любой катушки занимает весь паз.

Рассмотрим принцип построения трехфазной двухслойной обмотки с целым числом пазов на полюс и фазу ( $q_1$ ). Например, обмотка имеет следующие данные:

- число фаз  $m_1 = 3$ ;
- число полюсов  $2p = 6$ ;
- число пазов в сердечнике статора  $Z_1 = 36$ ;
- шаг обмотки по пазам диаметральный ( $y_1 = \tau$ ).

Решение :

1) шаг обмотки

$$y_1 = \frac{Z_1}{2p} = \frac{36}{6} = 6$$

2) число пазов на полюс и фазу

$$q_1 = \frac{Z_1}{m_1 * 2p} = \frac{36}{3 * 6} = 2$$

2) пазовый угол

$$\gamma = \frac{360p}{Z} = \frac{360 * 3}{36} = 30^\circ$$

3) сдвиг начал обмоток фаз

$$\lambda = \frac{120}{3} = 4 \text{ паза}$$

Выполнение схемы:

- 1) на развернутой поверхности статора различаем пазы (по условию задания их 36);
- 2) размечаем полюсные деления ( $\tau$ );
- 3) размечаем зоны по  $q_1 = 2$ ; на рисунке 1 показана схема обмотки фазы А, на неё приходится 6 зон по 2 паза ( $A_1A_1', A_2A_2', A_3A_3'$ );
- 4) для лучшего восприятия рисунка предлагается порядок построения развернутой схемы только одной фазы – фазы А. Маркировка ее выводов  $C_1$  и  $C_4$ ;
- 5) последовательность укладки обмотки в пазы:
  - $1 \rightarrow 7 \rightarrow 2 \rightarrow 8$
  - $7 \rightarrow 13 \rightarrow 8 \rightarrow 14$
  - $13 \rightarrow 19 \rightarrow 14 \rightarrow 20$
  - $19 \rightarrow 25 \rightarrow 20 \rightarrow 26$
  - $25 \rightarrow 31 \rightarrow 26 \rightarrow 32$
  - $32 \rightarrow 1 \rightarrow 33 \rightarrow 2$
- 6) концы  $K_{1A}$  и  $K_{1A}'$ ,  $K_{2A}$  и  $K_{2A}'$ ,  $K_{3A}$  и  $K_{3A}'$  соединены между собой таким образом, что получается последовательное соединение катушек;
- 7) начала соответственно соединяют между собой, а именно, соединив  $H_{1A}$ ,  $H_{2A}$ ,  $H_{3A}$  – получают  $C_1$ . Соединив  $H_{1A}'$ ,  $H_{2A}'$ ,  $H_{3A}'$  получают вывод  $C_4$ ;
- 8) По аналогии выполняют схемы фаз В и С.

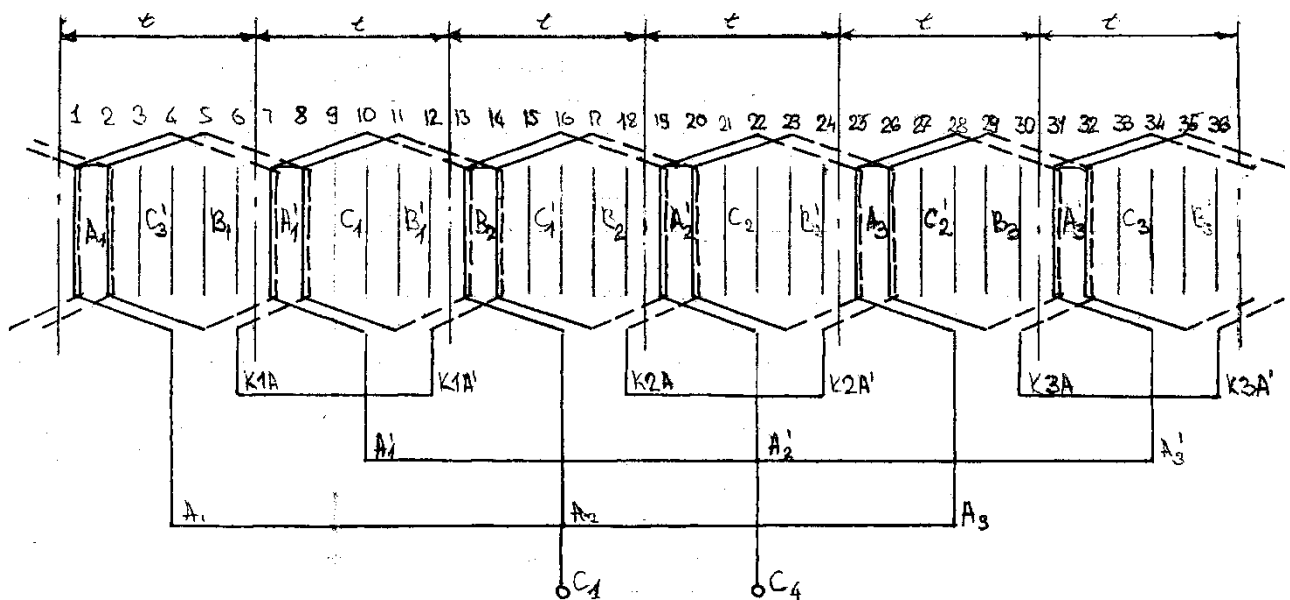


Рисунок 1 – Развернутая схема трехфазной обмотки статора.

### Содержание отчета:

Сделать вывод по работе и оформить отчет. Отчет должен содержать :

- 1 Тема, цель работы;
- 2 Условие задачи;
- 3 Расчет параметров обмотки;
- 4 Построение развернутой схемы обмотки;
- 5 Расчет по укорочению шага обмотки.
- 6 Вывод по работе.

### Краткие теоретические сведения :

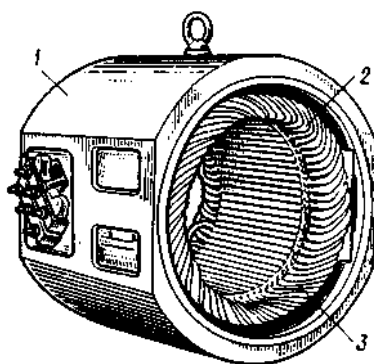


Рисунок 2 – Статор бесколлекторной машины

Статор бесколлекторной машины переменного тока (рисунок 2) состоит из корпуса 1, сердечника 2 и обмотки 3. Сердечник статора имеет шихтованную конструкцию, т. е. представляет собой пакет пластин, полученных методом штамповки из листовой электротехнической стали. Пластины предварительно покрывают с двух сторон тонкой изоляционной плёнкой, например слоем лака. На внутренней поверхности сердечника статора имеются продольные пазы, в которых располагаются проводники проводов круглого или прямоугольного сечения. Обмотка статора выполняется из медных обмоточных проводов круглого или прямоугольного сечения.

Требования к обмотке статора в основном сводятся к следующему: а) наименьший расход обмоточной меди; б) удобство и минимальные затраты в изготовлении — технологичность; в) форма кривой ЭДС, наводимой в обмотке статора, должна быть практически синусоидальной.

Применительно к генераторам переменного тока это требование обусловлено тем, что при несинусоидальной ЭДС генератора в электрической цепи появляются высшие гармоники тока, оказывающие вредное влияние на работу всей энергосистемы: возрастают потери, возникают опасные перенапряжения, усиливается вредное влияние линий электропередачи на цепи связи. Применительно к двигателям переменного тока требование к синусоидальности ЭДС обмотки статора также весьма актуально, так как несинусоидальность ЭДС ведет к росту потерь и уменьшению полезной мощности двигателя.

Многофазная обмотка статора состоит из  $m_1$ -фазных обмоток. Например, трехфазная обмотка ( $m_1 = 3$ ) состоит из трех фазных обмоток, каждая из которых занимает  $Z_1/3$  пазов, где  $Z_1$  — общее число пазов сердечника статора. Каждая фазная обмотка представляет собой разомкнутую систему проводников. Элементом обмотки является катушка, состоящая из одного или нескольких витков. Элементы катушки, располагаемые в пазах, называют пазовыми сторонами 1, а элементы, расположенные вне пазов и служащие для соединения пазовых сторон, называют лобовыми частями 2 (рисунок 3). Часть дуги внутренней расточки статора, приходящаяся на один полюс, называется полюсным делением ( $\tau$ ):

$$\tau = \frac{\pi \cdot D_1}{2p}, \quad (1.1)$$

где  $D_1$  — внутренний диаметр статора, м;

$2p$  — число полюсов.

Расстояние между пазовыми сторонами катушки, измеренное по внутренней поверхности статора, называется шагом обмотки по пазам  $y_1$ . Шаг обмотки

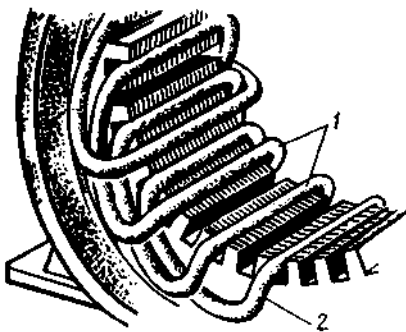


Рисунок 3

выражают в пазах. Шаг обмотки называется полным или диаметральным, если он равен полюсному делению:

$$y_1 = \frac{z_1}{2p} = \tau \quad (1.2)$$

В этом случае ЭДС витка определяется арифметической суммой ЭДС, наведенных в сторонах этого витка (рисунок 4):

$$e = e_1 + e_2 \quad (1.3)$$

Если же шаг обмотки меньше полюсного деления ( $y_1 < \tau$ ), то он называется укороченным. У катушки с укороченным шагом ЭДС меньше, чем у катушки с полным шагом.

Обмотка статора состоит, как правило, из большого числа катушек, соединенных между собой определенным образом. Для удобного и наглядного изображения катушек и их соединений пользуются развернутыми схемами обмоток. На такой схеме цилиндрическую поверхность статора вместе с обмоткой условно разворачивают на плоскости, а все катушки изображают одновитковыми в виде прямых линий.

Простейшая трехфазная обмотка статора двухполюсной машины состоит из трех катушек (А, В, С), оси которых смещены в пространстве относительно друг друга на 120 эл. град, т. е. на  $2/3$  полюсного деления (рисунок 5). Такая обмотка называется сосредоточенной. Каждая катушка здесь представляет собой фазную обмотку.

В соответствии с ГОСТом выводы трехфазных обмоток статора обозначают следующим образом:

Первая фаза ..... начало С1 — конец С4

Вторая фаза..... ” С2 — ” С5

Третья фаза..... ” С3 — ” С6

Конструкция обмотки статора в значительной мере влияет на свойства машины переменного тока, в первую очередь на ее стоимость, КПД и рабочие характеристики.



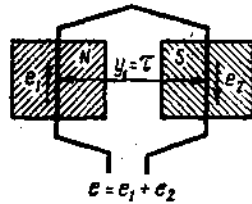


Рисунок 4

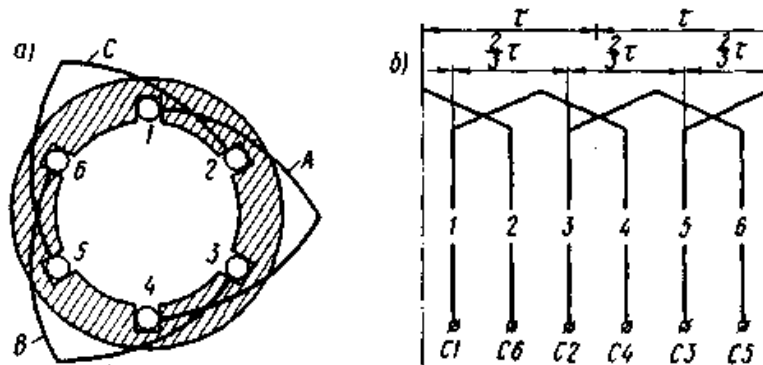


Рисунок 5

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислить требования, предъявляемые к обмотке статора:
  - а) применительно к двигателям;
  - б) применительно к генераторам.
2. Перечислить параметры обмотки статора с формулировкой и формулами.
3. Какие средства применяются для снижения высших гармоник ЭДС в обмотке статора?
4. Порядок построения развернутой схемы обмотки статора.

**Список используемы источников:**

- 1 Кацман М.М. Электрические машины: учебник для СПО. 11-е изд., стер. М.: Академия, 2016. 496 с.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Старший методист



М.В. Отс

Методист по ИТ



Т.А. Сергеева