

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЛИАЛ В Г. ИШИМБАЙ

Кафедра АПП

Отчет по лабораторным работам №5,6
по предмету «Преобразователи энергии в системе управления
технологических процессов»
на тему: Изучение конструкции и принципа
действия двигателя постоянного тока.

Выполнил: студент гр. АТП-408
Шарипов Д.В.
Приняла: Елизарова Е.И.

Ишимбай 2007

Лабораторная работа №5,6

Изучение конструкции и принципа действия двигателя постоянного тока.

Цель работы: изучить конструкцию и принцип действия двигателя постоянного тока.

План работы:

1. Изучить конструкцию и принцип действия двигателя постоянного тока ПЛ-072-У3, дать характеристику его основным частям. Определить магнитную и электрическую цепи.
2. На примере схемы к технологическому оборудованию определить все типы двигателей постоянного тока, применяемые на станке 16К20. Определить их параметры и назначение. Вычертить схему подключения двигателей постоянного тока к нагрузке.
3. Определить основные рабочие параметры двигателя постоянного тока.

Выполнение работы.

Для рассмотрения был предложен двигатель постоянного тока (ДПТ) ПЛ-072-У3. Ниже приведем общее устройство машины постоянного тока.

Неподвижная часть машины постоянного тока называется статором, вращающаяся часть – якорем (рисунок 1).

Статор. Состоит из станины 1, главных 3 и добавочных 2 полюсов. Станина 1 служит для крепления полюсов и подшипниковых щитов и является частью магнитопровода, так как через нее замыкается магнитный поток машины. Станину изготавливают из стали – материала, обладающего достаточной механической прочностью и большой магнитной проницаемостью. В нижней части станины имеются лапы для крепления машины к фундаментной плите, а по окружности станины расположены отверстия для крепления главных 3 и добавочных 2 полюсов. Обычно станину делают либо цельной из стальной трубы, либо сварной из листовой стали, за исключением машин с весьма большим наружным диаметром, у которых станину делают разъемной, что облегчает транспортировку и монтаж машины.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							
Разраб.					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Лит.</td> <td style="width: 25%;">Лист</td> <td style="width: 25%;">Листов</td> </tr> <tr> <td>у</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Лит.	Лист	Листов	у		
Лит.	Лист	Листов									
у											
Пров.											
Н.контр											
Утв.											

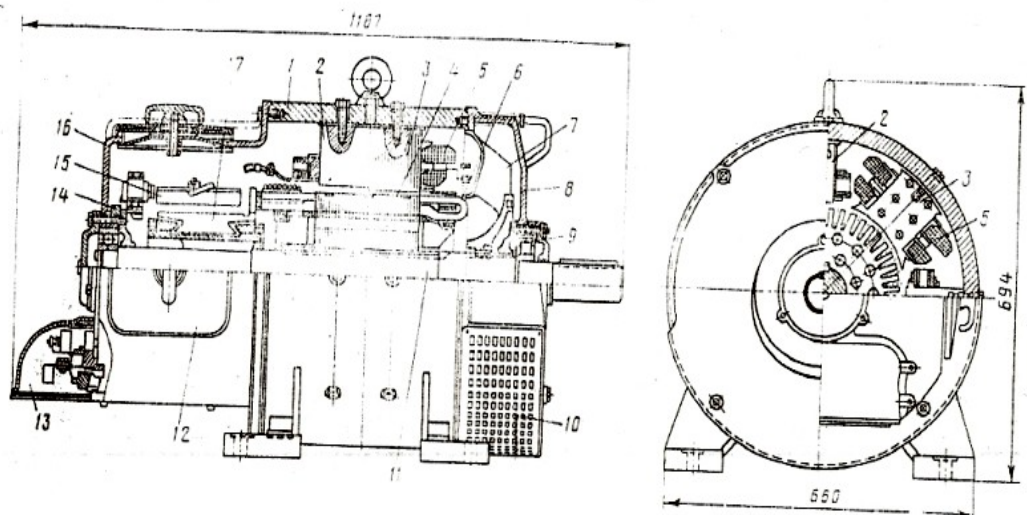


Рисунок 1

Главные полюса предназначены для создания в машине магнитного поля возбуждения. Главный полюс состоит из сердечника 3 и полюсной катушки 5. Со стороны, обращенной к якорю, сердечник полюса имеет полюсный наконечник, который обеспечивает необходимое распределение магнитной индукции в зазоре машины. Сердечники главных полюсов делают шихтованными из листовой конструкционной стали толщиной 1-2 мм или из тонколистовой электротехнической анизотропной (холоднокатаной) стали, например марки 3411. Штампованные пластины главных полюсов специально не изолируют, так как тонкая пленка окисла на их поверхности достаточна для значительного ослабления вихревых токов, наведенных в полюсных наконечниках пульсациями магнитного потока, вызванного зубчатостью сердечника якоря. Анизотропная сталь обладает повышенной магнитной проницаемостью вдоль проката, что должно учитываться при штамповке пластин и их сборке в пакет. Пониженная магнитная проницаемость поперек проката способствует ослаблению реакции якоря и уменьшению потока рассеяния главных и добавочных полюсов.

Полюса крепят к станине болтами. Полюсные катушки выполняют обычно из медного провода, намотанного на каркас из изолирующего материала. Иногда катушку (для более интенсивного охлаждения) делят по высоте на части, между которыми оставляют вентиляционные каналы.

Добавочные полюса 2 применяют в машинах с мощностью свыше 1 кВт с целью уменьшения искрения на коллекторе. Добавочный полюс состоит из

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

сердечника и катушки, выполненной медным проводом, сечение которого рассчитано на рабочий ток машины, так как катушки добавочных полюсов включаются последовательно с обмоткой якоря. Добавочные полюса располагают между главными полюсами и крепят к станине болтами.

Якорь. Якорь машины постоянного тока состоит из вала 11, сердечника 4, обмотки 6 и коллектора 17. Сердечник якоря имеет шихтованную конструкцию и набирается из штампованных пластин тонколистовой электротехнической стали толщиной 0.5 мм. Листы покрывают с двух сторон изоляционным лаком, сушат, а затем собирают в пакет, который насаживают на вал якоря. Такая конструкция сердечника якоря позволяет значительно ослабить в нем вихревые токи, возникающие в результате его перемагничивания в процессе вращения в магнитном поле. На поверхности сердечника якоря имеются продольные пазы, в которую укладывают обмотку якоря. Для лучшего охлаждения машины в сердечнике якоря делают аксиальные или радиальные вентиляционные каналы.

Обмотку якоря 6 выполняют медным проводом круглого или прямоугольного сечения. Пазы якоря после заполнения их проводами обмотки обычно закрывают клиньями (текстолитовыми или гетинаксовыми). В некоторых машинах пазы не закрывают клиньями, а накладывают на поверхность якоря бандаж. Бандаж делают из проволоки или стеклоленты с предварительным натягом. Лобовые части обмотки якоря крепят к обмоткодержателям бандажом.

Коллектор является одним из сложных узлов машины постоянного тока. Основными элементами коллектора являются пластины трапецеидального сечения из твердотянутой меди, собранные таким образом, что коллектор приобретает цилиндрическую форму. В зависимости от способа закрепления коллекторных пластин различают следующие основные типы коллекторов: со стальными корпусами, на пластмассе и со стальными кольцами. Последний тип коллектора применяют лишь в быстроходных машинах, когда коллекторные пластины при вращении якоря испытывают весьма большие центробежные силы.

Более подробное устройство коллектора со стальным корпусом показано на рисунке 2. Коллектор состоит из пластин твердотянутой меди 4, разделенных прокладками 8 из специального коллекторного миканита. Набор

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

коллекторных пластин изолирован от стального корпуса двумя миканитовыми манжетами 3 и миканитовым цилиндром 5, надетым на стальную втулку 6. Конусные кольца 1 и 7 стянуты гайкой 2 таким образом, что они, упираясь в нижнюю часть пластин («ласточкин хвост»), сжимают их. При этом пластины прижимаются друг к другу и между ними создается боковое давление, называемое арочным распором. Поэтому коллекторы со стальным корпусом называют коллекторами арочного типа. Для предотвращения самоотвинчивания гайки 2 ее снабжают стопорным винтом 9.

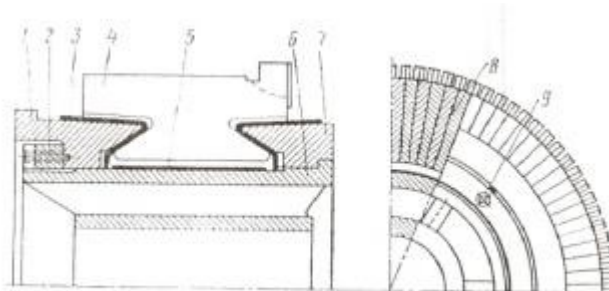


Рисунок 2

Следует обратить внимание, что коллекторные пластины не касаются миканитового цилиндра 5, а удерживаются в стальном корпусе исключительно силами арочного распора. Верхняя часть пластины, называемая петушком, имеет узкий продольный паз, в который закладывают проводники обмотки якоря и тщательно припаивают.

Чтобы миканитовые прокладки 8 при срабатывании медных пластин не выступали над рабочей поверхностью этих пластин, что вызывало бы разрушение щеток и нарушение работы машины, между пластинами 4 коллектора фрезуют пазы (дорожки) на глубину до 1.5 мм.

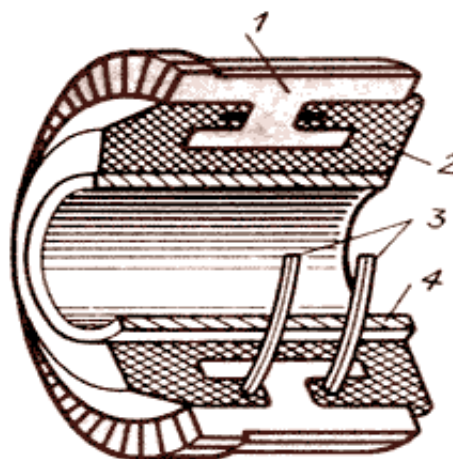


Рисунок 3 – Коллектор на пластмассе

В машинах постоянного тока малой мощности часто применяют коллекторы на пластмассе, отличающиеся простотой в изготовлении. Набор медных и миканитовых пластин в таком коллекторе удерживается пластмассой, запрессованной в пространство между набором пластин и стальной втулкой и образующей корпус коллектора. Иногда с целью увеличения прочности коллектора эту пластмассу 2 армируют стальными кольцами 3 (рисунок 3). В этом случае миканитовые прокладки должны иметь размеры большие, чем у медных пластин 1, что исключит замыкание пластин стальными (армирующими) кольцами 3 (4 – стальная втулка).

Щетки имеют с коллектором скользящий контакт и осуществляют соединение обмотки якоря с внешней цепью. Щетки бывают угольно-графитовые и металло-угольные. Они имеют форму прямоугольных брусков, в которые заделаны соединительные гибкие медные провода. Щетку 3 помещают в специальный щеткодержатель (рисунок 4), который состоит из обоймы 4, курка 1, представляющего собой откидную деталь, передающую давление пружины 2 на щетку. Щеткодержатель крепят на пальце зажимом 5. Щетка снабжается гибким тросиком 6 для включения ее в электрическую цепь машины. Все щеткодержатели одной полярности соединены между собой сборными шинами, подключенными к выводам машины. Давление на щетку должно быть отрегулировано, так как чрезмерный нажим может вызвать преждевременный износ щетки и перегрев коллектора, а недостаточный нажим – искрение на коллекторе.

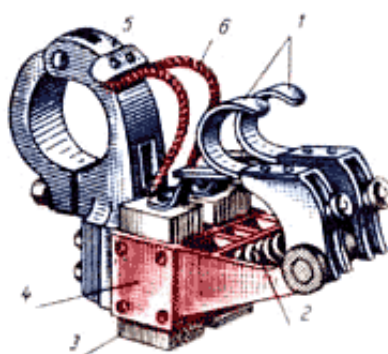


Рисунок 4

Помимо указанных частей машина постоянного тока имеет два подшипниковых щита: передний 16 (со стороны коллектора) и задний 8. В

центральной части щита имеется расточка под подшипник 9. На переднем подшипниковом щите имеется смотровое окно (люк) с крышкой 12, через которое можно осмотреть коллектор и щетки, не разбирая машины. Концы обмоток выведены на клеммы коробки выводов 13. Вентилятор 7 служит для самовентиляции машины: воздух обычно поступает со стороны коллектора, омывает нагретые части (коллектор и сердечники) и выбрасывается с противоположной стороны через решетку.

						Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Принцип действия.

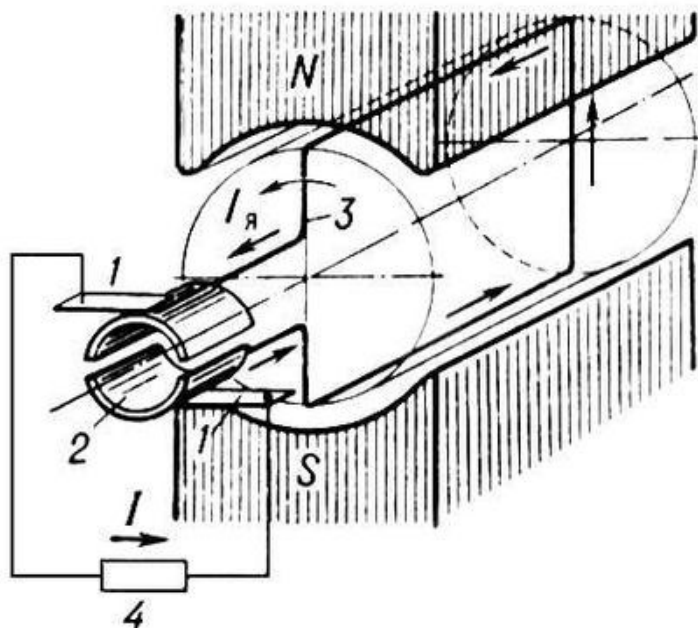


Рисунок 4

Действие генератора основано на явлении электромагнитной индукции. При вращении витка из электропроводящего материала в постоянном магнитном поле (рисунок 4) в витке возникает переменная ЭДС. Для преобразования переменной ЭДС в постоянное напряжение служит коллектор. К пластинам коллектора подсоединяются концы витка (в реальной машине имеется большое число витков и коллекторных пластин). Для подключения внешней цепи служат угольные или графитные щетки, соприкасающиеся с пластинами коллектора. Работа двигателя основана на взаимодействии проводников с током и магнитного поля (закон Ампера), что приводит к появлению электромагнитного вращающего момента.

Магнитная цепь машины постоянного тока предназначена для создания и распределения магнитного поле в воздушном зазоре и состоит из главных полюсов с катушками обмотки возбуждения, сердечника якоря, воздушного зазора между полюсами и якорем, ярма. Магнитный поле создается токами обмотки возбуждения, усиливается железом полюсов ярма и якоря, по которым проходит магнитное поле. Магнитная индукция B в рабочем воздушном зазоре имеет почти постоянное значение, что необходимо для получения постоянной ЭДС в активных сторонах секции обмотки якоря. Линии симметрии, делящие полюсное пространство пополам, называются

геометрическими нейтралью, а линия, в которой магнитная индукция B равна нулю, называется физической нейтралью. Машины постоянного тока проектируют так, что геометрическая нейтраль совпадала с физической. Дуга (расстояние) между соседними нейтралью называется полюсным делением τ .

Электрическая цепь машины постоянного тока состоит из главной электрической цепи и вспомогательной. К главной цепи относится обмотка якоря, коллектор и щетки. Они рассчитаны на большие токи. К вспомогательной цепи относится обмотка возбуждения, рассчитанная на меньшие токи, но имеет большее число витков.

На предложенной схеме на технологическое оборудование «Станок 16К20» были изображены три двигателя постоянного тока, обозначенные М3, М4 и М5 (рисунок 5, 6 соответственно).

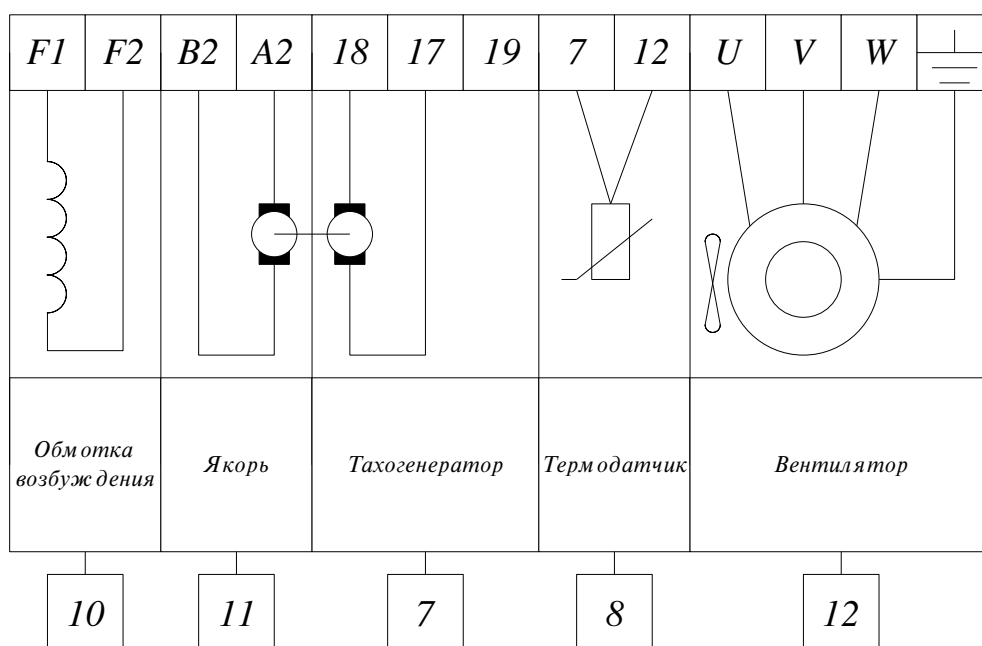


Рисунок 5 – Двигатель постоянного тока М3

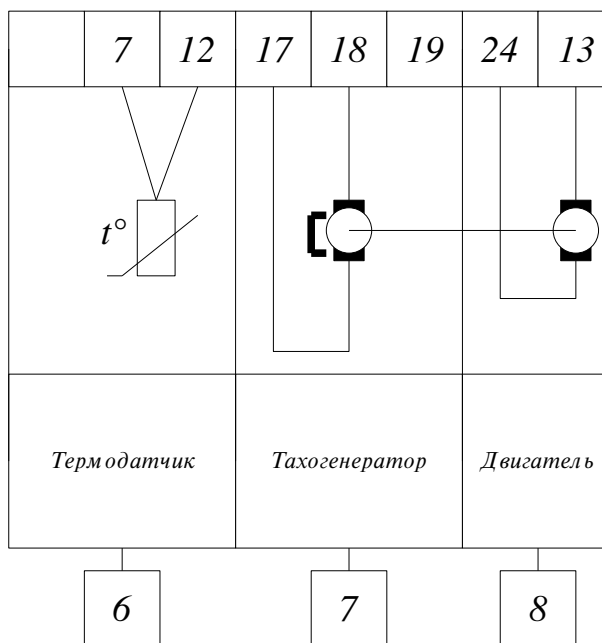


Рисунок 6 – Двигатели постоянного тока М4, М5

Из перечня элементов на технологическое оборудование «Станок 16К20» были найдены следующие пояснения (таблица 1).

Таблица 1

Обозначение	Наименование
М3	Двигатель МР132М 11 kW I_n 34A N_{max} 3500 об/мин
М4	Двигатель Тип 21М8Н-2-К 21Nm Пн-750 об/мин U_{max} 125V
М5	Двигатель Тип 13М8Н-2-К 13Nm Пн-750 об/мин U_{max} 85V

Согласно цели работы необходимо определить основные рабочие параметры двигателя постоянного тока..

Согласно варианту были получены следующие исходные данные, приведенные в таблице 2.

Таблица 4 – Исходные данные

$P_{ном},$ кВт	$R_{я},$ Ом	$R_{в},$ Ом	$I_{пуск}^*$, А	$n_{ном},$ об/мин	η
15	0.35	15 1	1.8	1000	83

Электрическая схема замещения представлена на рисунке 7.

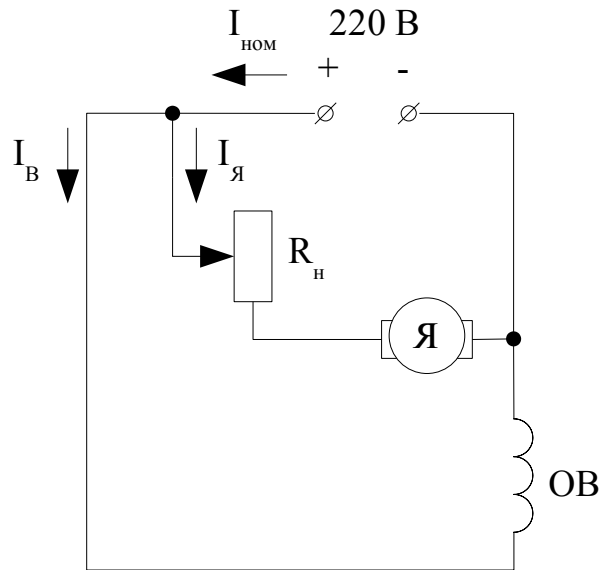


Рисунок 7

Необходимо определить: $R_{п}$, $I_{н}$, $M_{п}$, n_0 , I_0 .

$$I_{НОМ} = \frac{P_{НОМ \text{ дв.}}}{\eta \cdot U_{НОМ}} = 82.1467691 \text{ A}$$

$$I_{\epsilon} = \frac{U_{НОМ}}{R_{\epsilon}} = 1.45695364 \text{ A}$$

$$I_{я} = I_{НОМ} - I_{\epsilon} = 80.6898155 \text{ A}$$

$$I_{пуск} = I_{НОМ} \cdot \frac{n^*}{n} = 147.864184 \text{ A}$$

$$I_{ян} = I_{пуск} - I_{\epsilon} = 146.40723 \text{ A}$$

$$R_{пуск} = \frac{U_{НОМ}}{I_{ян}} - R_{я} = 1.15265803 \text{ Ом}$$

$$\omega_{НОМ} = \frac{\pi \cdot n_{НОМ}}{30} = 104.7197551$$

$$E_{я} = U_{НОМ} - I_{НОМ} \cdot R_{я} = 191.248631 \text{ В}$$

$$C_0 \cdot \Phi = \frac{E_{я}}{\omega_{НОМ}} = 1.8262899$$

$$M = C_0 \cdot \Phi \cdot I_{я} = 147.362995 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{пуск} = C_0 \cdot \Phi \cdot I_{я \text{ пуск}} = 267.382045 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{НОМ} = C_0 \cdot \Phi \cdot I_{НОМ} = 150.023815 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{2 \text{ НОМ}} = \frac{P_{НОМ \text{ дв.}}}{\omega_{НОМ}} = 143.239449 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_0 = M_{\text{НОМ}} - M_{2\text{НОМ}} = 6.784366 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$I_{0я} = \frac{M_0}{C_0 \cdot \Phi} = 3.7148352 \text{ А}$$

$$I_0 = I_{0я} + I_e = 5.17178884 \text{ А}$$

$$\omega_0 = \frac{U_{\text{НОМ}} - I_0 \cdot R_{я}}{C_0 \cdot \Phi} = 104.9989734$$

$$n_0 = \frac{30 \cdot \omega_0}{\pi} = 1002.666338 \text{ об/мин}$$

Вывод.

В результате выполнения данной работы:

- изучили конструкцию и принцип действия двигателя постоянного тока ПЛ-072-У3, дали характеристику его основным частям. Определили магнитную и электрическую цепи;
- ознакомились с подключением двигателей постоянного тока к нагрузке на примере схемы электрической принципиальной к технологическому оборудованию «Станок 16К20»;
- определили основные рабочие параметры двигателя постоянного тока.