

**“ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” АЖ
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**



Химоя қилишга

руҳсат берилсин

Кафедра мудири

“30” 05 2016 й

**“Электр транспорти ва юқори тезликдаги электр харакат таркиби” кафедраси
Тақсаби тақомчиги ту
МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ**

1. Внешний вид кафедры “Электр транспорти ва юқори тезликдаги электр харакат таркиби” кафедры.

Мавзу: Усовершенствование технологии ремонта асинхронных двигателей

Муаллиф:

Эрматов Н.Х.

Рахбар:

Туйчиева М.Н.

Маслахатчилар:

Криворучко Б.В.

Расулова Г.Ф.

Такризчи:

Бахтияров М.

1. Стартовая линия

2. Гидравлическая система охлаждения двигателя

3. Тяговый генераторный редуктор

4. Планетарные

5. Амортизаторы

6. Стартово-разгонные тормоза

и. Частотомер, рефлектометр, измерительные приборы

1. Проверка износа и износостойкости тормозных колодок

2. Гидравлический насосный агрегат с его подсистемами, включая датчиками

Тошкент – 2016 йил

**“ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” АЖ
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

Электромеханика факультети

“Электр транспорти ва юкори тезликтаги электр харакат таркиби” кафедраси



«Тасдиқлайман»

Каф.мудири
26.01
2016 йил

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ БЎЙЧА ТОПШИРИК

Талаба Эрматов Нурилла Хайруллаевич

1. Битирув ишининг мавзуси: Усовершенствование технологии ремонта асинхронных двигателей.
2. Битирув иши мавзуси тасдиқланган сана: 22.01.2016 й. 32-У бўйрук.
3. Битирув ишни топшириш муддати: 3.06.2016 йил.
4. Битирув ишини базаришга доир бошлигич маълумотлар: Данные УП “Ўзтемирйулмашътамир” и техническая литература.
5. Хисоблаш-тушунтириш ётувларининг таркиби (ишлаб чиқиладиган масалалар рўйхати)

Введение

1. Основная часть
2. Технология ремонта асинхронных двигателей
3. Технико-экономический расчет
4. Охрана труда

Заключение

Список использованных литератур

6. Чизма ишлар рўйхати (чизмалар номи аник кўрсетилади)

1. Планировка цеха по ремонту тягового двигателя
2. Гидравлический подвесной съемник для снятия подшипников валов двигателей
3. Стенд для разборки электродвигателя

7. Битириув иши бўйича маслаҳатчи (лар)

№	Бўлим мавзуси	Маслаҳатчи ўқитувчи Ф.И.Ш.	Имзо, сана	
			Топшириқ Берилди	Топшириқ бажарилди
1	Технико-экономический расчет	Расулова Г.Ф.	23.05.16 	28.05.16
2	Охрана труда	Криворучко Б.В.		

8. Битириув ишини бажариш режаси

№	Битириув иши босқичларнинг номи	Бажариш муддати (сана)	Текширувдан ўтганлик белгиси
1	Введение	2.03.16-12.03.16	
2	Основная часть	14.03.16-4.04.16	
3	Технология ремонта асинхронных двигателей	6.04.16-10.05.16	
4	Технико-экономический расчет	10.05.16-16.05.16	
5	Охрана труда	16.05.16-27.05.16	
6	Литература	27.06.16-2.06.16	

Битириув иши раҳбари Туйчиева М.Н.

Топширикни бажаришга олдим Эрматов Н.Х.

Топшириқ берилган сана 25.01.2016 2016 йил

Содержание

	Введение	6
1.	Основная часть	7
1.1.	Назначение и конструкция асинхронных двигателей	7
1.2.	Виды асинхронных двигателей	11
1.3.	Принцип действия асинхронного двигателя	15
2.	Неисправности асинхронных электродвигателей и способы их устранения	21
2.1.	Основные неисправности тягового асинхронного двигателя и их устранение	21
2.2.	Отделение по ремонту асинхронного тягового двигателя	32
2.3.	Разработка стенда для разборки асинхронного электродвигателя. Описание работы стенда.	33
2.4.	Разработка технологического процесса ремонта асинхронного тягового двигателя	38
2.5.	Технологическая карта ремонта	44
2.6.	Усовершенствование технологии ремонта асинхронных двигателей	45
3.	Технико-экономический расчет	49
3.1.	Расчет экономических показателей работы работников электромашинного цеха	49
4.	Охрана труда	58
4.1.	Принципы пожаров в производственных зданиях	58
4.2.	Расчет сил и средств для тушения пожара, возникшего в производственном помещении	59
	Заключение	66
	Список использованных литератур	67

						ВКР 5310700-00-21ПЗ		
ИЗ	ЛИСТ	ДОКУМ	Подпись	Дата				
Выпускник:	Эрматов Н.Х.					ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТОВ
Руководитель:	Туйчиева М.Н.							
						Содержание		
						ТашИИТ ЕМ-575		
Зав.кафедрой	Бердиев У.Т.							

Реферат

Выпускная работа состоит из введения, 4 разделов, списка использованных литератур, 67 страниц пояснительной записки. Рисунков 26, таблиц 5, графиков 1.

В первом разделе данной выпускной работы описывается назначение и конструкция асинхронных двигателей, виды асинхронных двигателей, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, асинхронный двигатель с массивным ротором, асинхронный двигатель с фазным ротором, трёхфазный коллекторный асинхронный двигатель с питанием со стороны ротора, принцип действия асинхронного двигателя.

Во втором разделе рассматриваются основные неисправности тягового асинхронного двигателя и их устранение, приведено отделение по ремонту асинхронного тягового двигателя, разработка стенда для разборки асинхронного электродвигателя, технология ремонта, технологическая карта ремонта асинхронного двигателя, усовершенствование технологии ремонта асинхронного двигателя.

На технико-экономическом разделе выполнен расчёт экономических показателей работы работников электромашинного цеха .

В разделе охрана труда приведены принципы пожаров в производственных зданиях, расчет сил и средств для тушения пожара, возникшего в производственном помещении.

Стабильное функционирование отраслей промышленности и сельского хозяйства обеспечивается развитой транспортной системой, в числе которой ведущее место занимает железнодорожный транспорт.

Сегодня в Республике Узбекистан под руководством Президента Ислама Каримова проводятся целенаправленные мероприятия по дальнейшему развитию транспортного потенциала, что способствует укреплению политической и экономической независимости страны, обеспечивает её активную интеграцию в мировое сообщество. В частности, ведется строительство новых железнодорожных линий внутри страны, проводится реконструкция и электрификация основных транзитных железнодорожных участков, производится организация новых маршрутов и формирование контейнерных поездов, с целью открытия клиенто-ориентированных, коротких и удобных путей перевозок. В Узбекистане железнодорожный транспорт занимает одно из ведущих мест в сфере пассажирских и грузовых перевозок.

В основной части дипломного проекта описывается назначение и конструкция асинхронных двигателей, виды асинхронных двигателей, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, асинхронный двигатель с массивным ротором, асинхронный двигатель с фазным ротором, трёхфазный коллекторный асинхронный двигатель с питанием со стороны ротора, принцип действия асинхронного двигателя

Во втором разделе рассматриваются основные неисправности тягового асинхронного двигателя и их устранение, приведено отделение по ремонту асинхронного тягового двигателя, разработка стенда для разборки асинхронного электродвигателя, технология ремонта, технологическая карта ремонта асинхронного двигателя, усовершенствование технологии ремонта асинхронного двигателя.

На технико-экономическом разделе выполнен расчёт экономических показателей работы работников электромашинного цеха .

В разделе охрана труда приведен принципы пожаров в производственных зданиях, расчет сил и средств для тушения пожара, возникшего в производственном помещении.

I. Основная часть

1.1. Назначение и конструкция асинхронных двигателей

Асинхронная машина — электрическая машина переменного тока, частота вращения ротора которой не равна (в двигательном режиме меньше) частоте вращения магнитного поля, создаваемого током обмотки статора. В ряде стран к асинхронным машинам причисляют также коллекторные машины. Второе название асинхронных машин — **индукционные** обусловлено тем, что ток в обмотке ротора индуцируется вращающимся полем статора. Асинхронные машины сегодня составляют большую часть электрических машин, применяясь главным образом в качестве электродвигателей и являются основными преобразователями электрической энергии в механическую, в подавляющем большинстве это асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором (АДКЗ).

Достоинства (для АДКЗ):

1. Простота изготовления.
 2. Относительная дешевизна.
 3. Высокая надёжность в эксплуатации.
 4. Невысокие эксплуатационные затраты.
 5. Возможность включения в сеть без каких-либо преобразователей (для нагрузок, не нуждающихся в регулировке скорости).

Все вышеперечисленные достоинства являются следствием отсутствия механических коммутаторов в цепи ротора и привели к тому, что большинство электродвигателей, используемых в промышленности - это асинхронные машины, в исполнении АДКЗ.

Недостатки:

1. Небольшой пусковой момент.
 2. Значительный пусковой ток.
 3. Низкий коэффициент мощности.
 4. Сложность регулирования скорости с необходимой точностью.
 5. Максимальная скорость двигателя ограничена частотой сети (для АДКЗ, питаемых непосредственно от трёхфазной сети 50 Гц — это 3000 об/мин).
 6. Сильная зависимость (квадратичная) электромагнитного момента от напряжения питающей сети (при изменении напряжения в 2 раза врачающий момент изменяется в 4 раза; у ДПТ врачающий момент зависит от напряжения питания якоря в первой степени, что более благоприятно). Самый совершенный подход к устранению вышеуказанных недостатков — это питание двигателя через частотный преобразователь, в котором управление производится по сложным алгоритмам.

					ВКР 5310700-00-21ПЗ			
ИЗ	ЛИСТ	ДОКУМ	Подпись	Дата				
Выпускник:	Эрматов Н.Х.				Основная часть. Назначение и конструкция асинхронных двигателей	ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТОВ
Руководитель:	Туйчиева М.Н.							
Зав.кафедрой	Бердиев У.Т.							



Рис.1. Ротор и статор асинхронной машины 0,75 кВт, 1420 об/мин, 50 Гц, 230—400 В, 3,4—2,0 А



Рис.2. Модель индукционного (двухфазного) двигателя

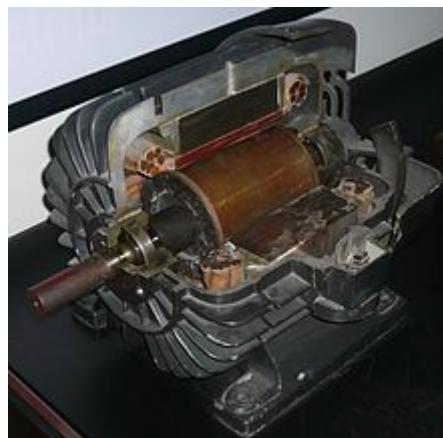


Рис.3. Трёхфазный асинхронный двигатель

Наибольший вклад в создание асинхронных двигателей внесли Галилео Феррарис и Никола Тесла. В 1888 году Феррарис опубликовал свои исследования в статье для Королевской академии наук в Турине (в том же году Тесла получил патент США), в которой изложил теоретические основы асинхронного двигателя. Заслуга Феррариса в том, что, сделав ошибочный вывод о небольшом КПД асинхронного двигателя и о нецелесообразности применения систем переменного тока, он привлек внимание многих инженеров к проблеме совершенствования асинхронных машин. Статья Галилео Феррариса, опубликованная в журнале «Атти ди Турино», была перепечатана английским журналом и в июле 1888 года попала на глаза выпускнику Дармштадтского высшего технического училища, выходцу из Российской Империи Михаилу Осиповичу Доливо-Добровольскому. Уже в 1889 году Доливо-Добровольский получил патент на трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа «беличьи колеса»

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

ВКР 5310700-00-21ПЗ

(немецкий патент № 51083 от 8 марта 1889 года под названием «Anker für Wechselstrommotoren»), а в 1890-м — патенты в Англии № 20425 и Германии № 75361 на фазный ротор с кольцами и пусковыми устройствами. Данные изобретения открыли эру массового промышленного применения электрических машин. В настоящее время асинхронный двигатель является самым распространенным электродвигателем.

Конструкция асинхронных двигателей. Асинхронная машина имеет статор и ротор. Статор — неподвижная часть, ротор — вращающаяся часть. Ротор размещается внутри статора. Между ротором и статором имеется небольшое расстояние, называемое воздушным зазором, обычно 0,5-2 мм.

Её активными частями являются обмотки и магнитопровод (сердечник); все остальные части — конструктивные, обеспечивающие необходимую прочность, жёсткость, охлаждение, возможность вращения и т. п.

Обмотка статора представляет собой трёхфазную (в общем случае — многофазную) обмотку, проводники которой равномерно распределены по окружности статора и по фазно уложены в пазах с угловым расстоянием 120°.

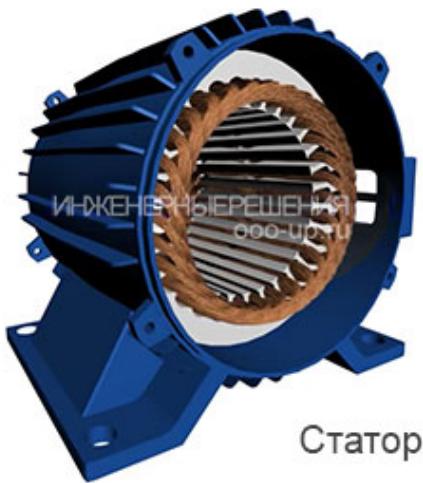
Фазы обмотки статора соединяют по стандартным схемам «треугольник» или «звезда» и подключают к сети трёхфазного тока. Магнитопровод статора перемагничивается в процессе изменения тока в обмотке статора, поэтому его набирают из пластин электротехнической стали для обеспечения минимальных магнитных потерь. Основным методом сборки магнитопровода в пакет является шихтовка.

По конструкции ротора асинхронные машины подразделяют на два основных типа: с *короткозамкнутым* ротором и с *фазным* ротором. Оба типа имеют одинаковую конструкцию статора и отличаются лишь исполнением обмотки ротора. Магнитопровод ротора выполняется аналогично магнитопроводу статора — из пластин электротехнической стали.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР 5310700-00-21ПЗ

Лист



Статор

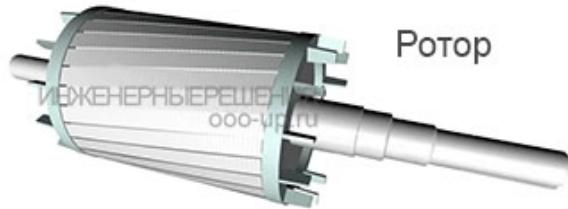


Рис.4. Статор асинхронного двигателя

Рис.5. Ротор асинхронного двигателя

Статор состоит из корпуса и сердечника с обмоткой. Сердечник статора собирается из тонколистовой технической стали толщиной обычно 0,5 мм, покрытой изоляционным лаком. Шихтованная конструкция сердечника способствует значительному снижению вихревых токов, возникающих в процессе перемагничивания сердечника вращающимся магнитным полем. Обмотки статора располагаются в пазах сердечника.



Рис.6. Корпус и сердечник статора асинхронного электродвигателя



Рис.7. Конструкция шихтованного сердечника асинхронного двигателя

Ротор состоит из сердечника с короткозамкнутой обмоткой и вала. Сердечник ротора тоже имеет шихтованную конструкцию. При этом листы ротора не покрыты лаком, так как ток имеет небольшую частоту и оксидной пленки достаточно для ограничения вихревых токов.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.

ВКР 5310700-00-21ПЗ

Лист

1.2. Виды асинхронных двигателей

1.2.1. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором

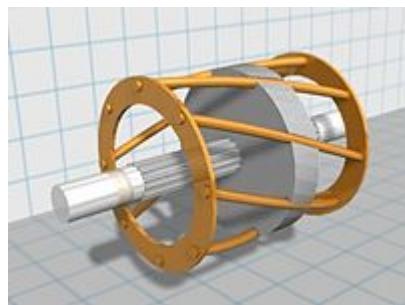


Рис.8. Ротор асинхронной машины типа «беличье колесо»

Короткозамкнутая обмотка ротора, часто называемая «беличье колесо» из-за внешней схожести конструкции, состоит из алюминиевых (реже медных, латунных) стержней, замкнутых накоротко с торцов двумя кольцами. Стержни этой обмотки вставляют в пазы сердечника ротора.

Сердечники ротора и статора имеют зубчатую структуру. В машинах малой и средней мощности обмотку обычно изготавливают путём заливки расплавленного алюминиевого сплава в пазы сердечника ротора. Вместе со стержнями «беличьего колеса» отливают короткозамыкающие кольца и торцевые лопасти, осуществляющие вентиляцию машины. В машинах большой мощности «беличье колесо» выполняют из медных стержней, концы которых соединяют с короткозамыкающими кольцами при помощи сварки.

Зачастую пазы ротора или статора делают скошенными для уменьшения высших гармонических ЭДС, вызванных пульсациями магнитного потока из-за наличия зубцов, магнитное сопротивление которых существенно ниже магнитного сопротивления обмотки, а также для снижения шума, вызываемого магнитными причинами.

Для улучшения пусковых характеристик асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, а именно, увеличения пускового момента и уменьшения пускового тока, на роторе ранее применялась так называемая «двойная беличья клетка» из стержней с разными удельными проводимостями, позже стали применять роторы со специальной формой паза (глубокопазные роторы). При этом внешняя от оси вращения часть паза ротора имеет меньшее сечение, чем внутренняя. Это позволяет использовать эффект вытеснения тока, за счет которого увеличивается активное сопротивление обмотки ротора при больших скольжениях (в частности, при пуске).

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором при прямом пуске (без регулирования) имеют небольшой пусковой момент и значительный пусковой ток, что является существенным их недостатком.

Поэтому их применяют в тех электрических приводах, где не требуются большие пусковые моменты. С развитием силовой полупроводниковой техники получают распространение частотные преобразователи, которые

ВКР 5310700-00-21П3

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

позволяют плавно наращивать частоту питающего двигатель тока по мере пуска, а значит достигать большого пускового момента. Из достоинств следует отметить лёгкость в изготовлении, и отсутствие электрического контакта с динамической частью машины, что гарантирует долговечность и снижает затраты на обслуживание. При специальной конструкции ротора, когда вращается в воздушном зазоре только полый цилиндр из алюминия, можно достичь малой инерционности двигателя.

Разновидностью АДКЗ, позволяющей ступенчато регулировать скорость, являются многоскоростные двигатели, в которых регулирование скорости производится изменением числа пар полюсов в статоре, для чего были разработаны специальные виды обмоток.

Именно асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором из-за своих вышеперечисленных достоинств являются основным видом двигателей в промышленном электроприводе, применение остальных видов двигателей не значительно и носит узкоспециальный характер.

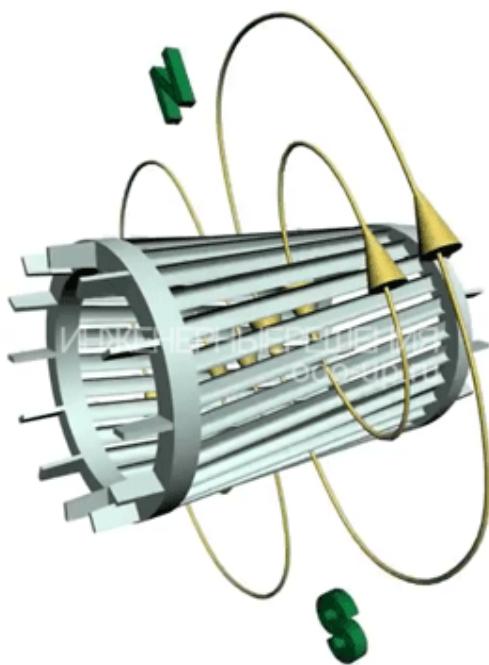


Рис.9. Вращающееся магнитное поле пронизывающее короткозамкнутый ротор

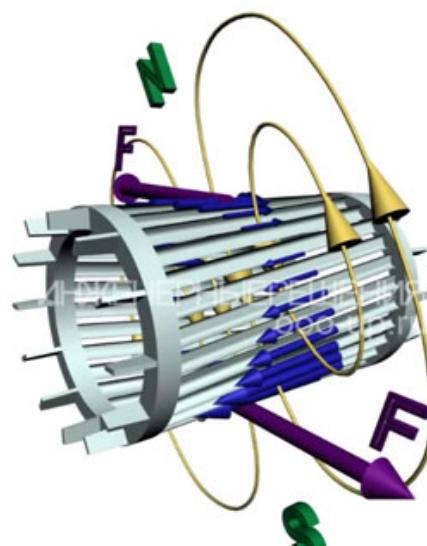


Рис.10. Магнитный момент действующий на ротор

1.2.2. Асинхронный двигатель с массивным ротором

Существует разновидность асинхронных машин с массивным ротором. Такой ротор изготавливают полностью из ферромагнитного материала, то есть фактически это стальной цилиндр. Ферромагнитный ротор одновременно выполняет роль как магнитопровода, так и проводника (вместо обмотки). Вращающееся магнитное поле индуцирует в роторе вихревые токи, которые взаимодействуя с магнитным потоком статора создают вращающий момент.

Достоинства:							
Изм. лист	№ докум.	Надп.	Измата				
							Лист

ВКР 5310700-00-21П3

- Простота изготовления, дешевизна
- Высокая механическая прочность (важно для высокоскоростных машин)
- Высокий пусковой момент

Недостатки:

- Большие потери энергии в роторе

Особенности:

- Имеют пологую механическую характеристику
- Ротор значительно нагревается даже при небольших нагрузках.

Существуют разные способы улучшения массивных роторов: припаивание медных колец по торцам, покрытие ротора слоем меди.

Отдельно можно поставить машины с полым ротором. Это может быть полый цилиндр из ферромагнитного или просто из проводящего материала.

1.2.3. Асинхронный двигатель с фазным ротором.

Эта разновидность электродвигателя допускает плавную регулировку скорости в широких пределах. Фазный ротор имеет трёхфазную (в общем случае - многофазную) обмотку, обычно соединённую по схеме «звезда» и выведенную на контактные кольца, вращающиеся вместе с валом машины.



Рис.11. Фазный ротор

С помощью графитовых или металлографитовых щёток, скользящих по этим кольцам, в цепь обмотки ротора подключают внешнюю электрическую цепь, которая позволяет регулировать скорость ротора:

- включают пускорегулирующий реостат, выполняющий роль добавочного активного сопротивления, одинакового для каждой фазы.

Снижая пусковой ток, добиваются увеличения пускового момента до максимального значения (в первый момент времени). Такие двигатели применяются для привода механизмов, которые пускают в ход при большой нагрузке или требующих плавного регулирования скорости. Такое регулирование скорости по характеристикам аналогично реостатному регулированию скорости в ДПТ изменением сопротивления в цепи якоря.

- включают индуктивности (дроссели) в каждую фазу ротора. Сопротивление дросселей пропорционально частоте протекающего тока, а, как известно, в роторе в первый момент пуска частота токов скольжения наибольшая. По мере раскрутки ротора частота индуцированных токов снижается, и вместе с нею снижается сопротивление дросселя. Индуктивное

сопротивление в цепи фазного ротора позволяет автоматизировать процедуру запуска двигателя, а при необходимости — «подхватить» двигатель, у которого упали обороты из-за перегрузки. Индуктивность держит токи ротора на постоянном уровне.

- включают источник постоянного тока, получая таким образом синхронную машину.
- включают питание от инвертора, что позволяет управлять скоростью и электромагнитным моментами двигателя. Это особый режим работы (машина двойного питания). Возможно включение напряжения сети без инвертора, с фазировкой, противоположной той, которой запитан статор.

1.2.4. Двигатель Шраге-Рихтера. Трёхфазный коллекторный асинхронный двигатель с питанием со стороны ротора

Обращенный (питание с ротора) асинхронный двигатель, позволяющий плавно регулировать скорость от минимальной (диапазон определяется обмоточными данными добавочной обмотки, используемой для получения добавочной ЭДС, вводимой с частотой скольжения во вторичную цепь машины) до максимальной, лежащей обычно выше скорости синхронизма.

Физически производится изменением раствора двойного комплекта щёток на каждую «фазу» вторичной цепи двигателя. Таким образом, переставляя при помощи механического устройства (штурвал или иное исполнительное устройство) щёточные траверсы являлось возможным весьма экономично управлять скоростью асинхронного двигателя переменного тока. Идея управления в общем предельно проста и будет реализована впоследствии в так называемых асинхронно-вентильных каскадах, где в цепь фазного ротора включали тиристорный преобразователь, работавший инвертором или в выпрямительном режиме.

Сущность идеи — во вторичную цепь асинхронного двигателя вводится добавочная ЭДС изменяемой амплитуды и фазы с частотой скольжения. Задачу согласования частоты добавочной ЭДС с частотой скольжения ротора выполняет коллектор. Если добавочная ЭДС противонаправлена основной, производится вывод мощности из вторичной цепи двигателя с соответствующим уменьшением скорости машины, ограничение скорости вниз диктуется только условиями охлаждения обмоток). В точке синхронизма машины частота добавочной ЭДС равна нулю, то есть во вторичную цепь коллектором подаётся постоянный ток. В случае суммирования добавочной ЭДС с основной производится инвертирование добавочной мощности во вторичную цепь машины, и соответственно — разгон выше синхронной частоты вращения. Таким образом, результатом регулирования являлось семейство достаточно жестких характеристик с уменьшением критического момента при снижении скорости, а при разгоне выше синхронной скорости — с его пропорциональным увеличением.

Определенный интерес представляет собой работа машины с несимметричным раствором щёточных траверс. В этом случае векторная

диаграмма добавочной э.д.с. двигателя получает так называемую тангенциальную составляющую, делающую возможным работу с ёмкостной реакцией на сеть.

Конструкционно двигатель представляет собой обращенную машину, где на роторе уложены две обмотки: питание с питанием с контактных колец и обмотку, соединяемую посредством двух пар щеток на «фазу» со вторичной обмоткой статора. Фактически, эти две части вторичной обмотки в зависимости от положения щеточных траверс включается то согласно друг другу, то встречечно. Так осуществляется регулирование.

1.3. Принцип действия асинхронного двигателя

Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя основан на способности трехфазной обмотки при включении ее в сеть трехфазного тока создавать вращающееся магнитное поле.

Вращающееся магнитное поле - это основная концепция электрических двигателей и генераторов.



Рис.12. Вращающееся магнитное поле асинхронного электродвигателя

Концепция вращающегося магнитного поля. Чтобы понять феномен вращающегося магнитного поля лучше, рассмотрим упрощенную трехфазную обмотку с тремя витками. Ток текущий по проводнику создает магнитное поле вокруг него. На рисунке ниже показано поле создаваемое трехфазным переменным током в конкретный момент времени.



Рис.13. Магнитное поле прямого проводника с постоянным током

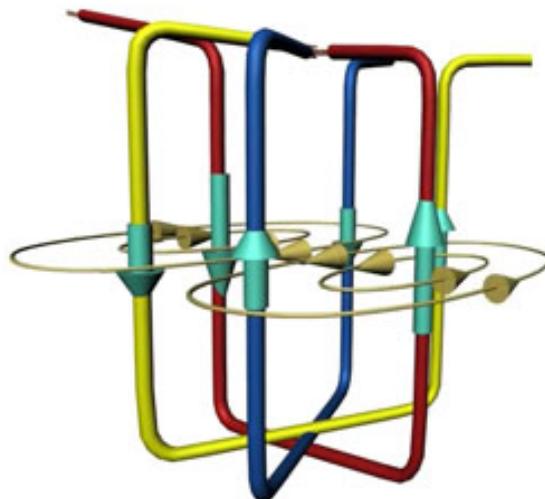


Рис.14. Магнитное поле создаваемое обмоткой

Составляющие переменного тока будут изменяться со временем, в результате чего будет изменяться создаваемое ими магнитное поле. При этом результирующее магнитное поле трехфазной обмотки будет принимать разную ориентацию, сохраняя при этом одинаковую амплитуду.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

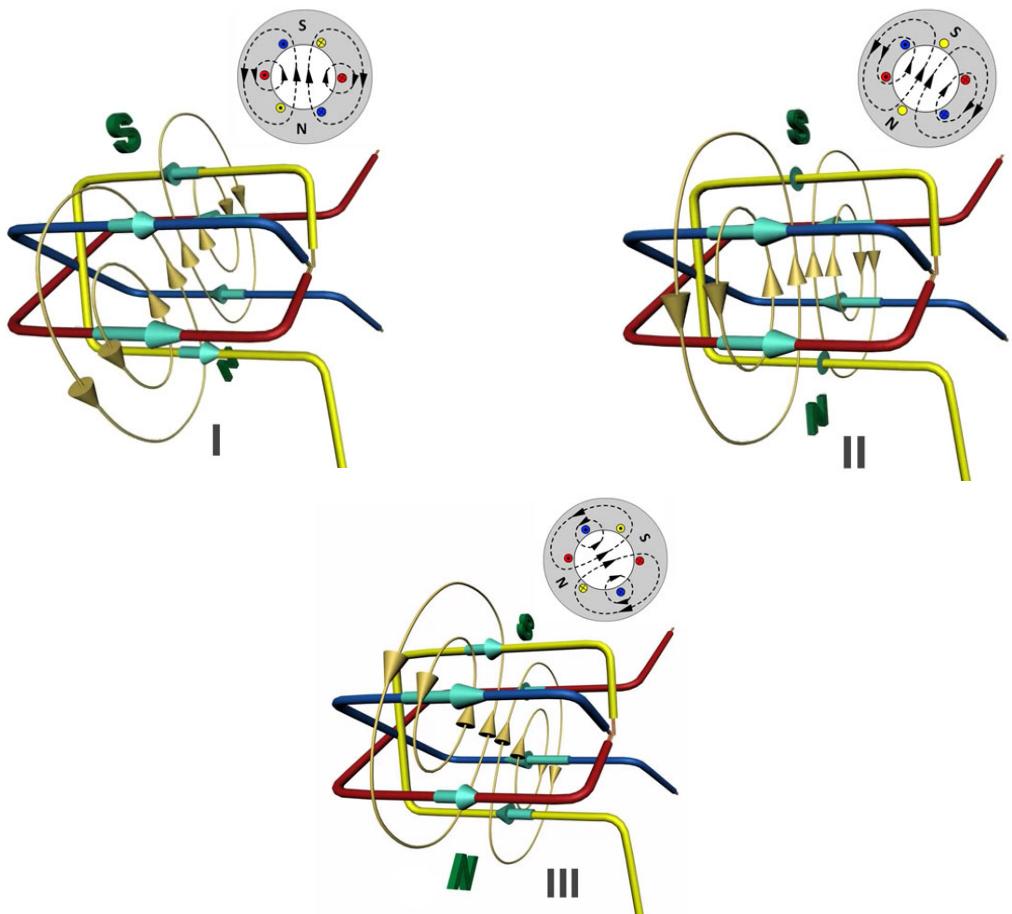


Рис.15. Магнитное поле создаваемое трехфазным током в разный момент времени

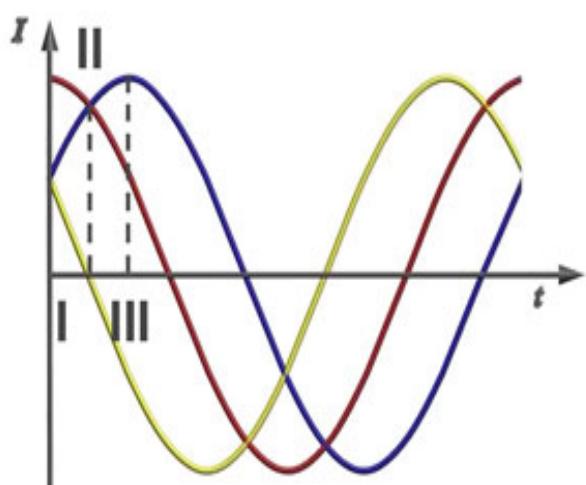


Рис.16. Ток протекающий в витках электродвигателя (сдвиг 60°)

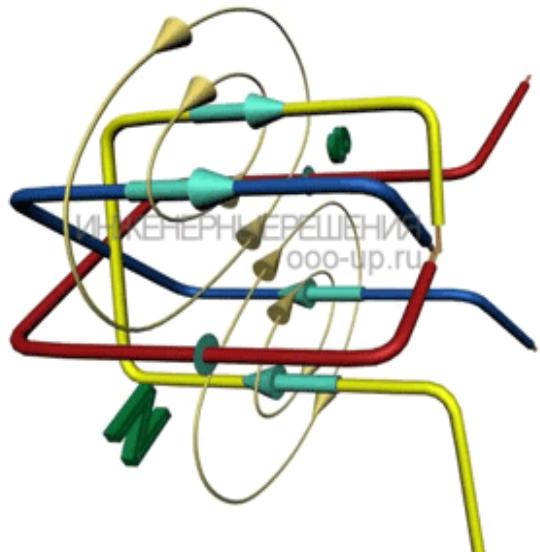


Рис.17. Вращающееся магнитное поле

Действие вращающегося магнитного поля на замкнутый виток.

Теперь разместим замкнутый проводник внутри вращающегося магнитного поля. По закону электромагнитной индукции [ВКР 5310700-00-21 Магнитное поле](#) [Лист](#)

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

приведет к возникновению электродвижущей силы (ЭДС) в проводнике. В свою очередь ЭДС вызовет ток в проводнике. Таким образом, в магнитном поле будет находиться замкнутый проводник с током, на который согласно закону Ампера будет действовать сила, в результате чего контур начнет вращаться.

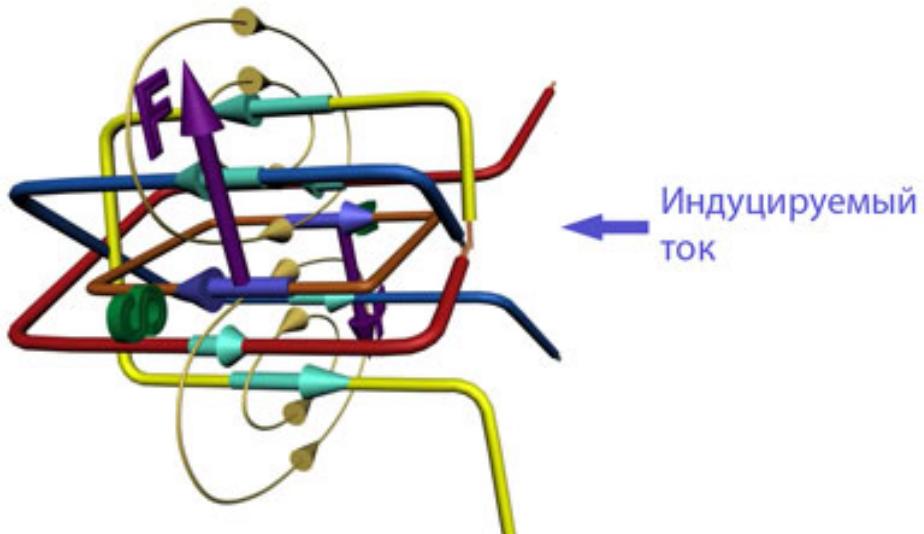


Рис.18. Влияние вращающегося магнитного поля на замкнутый проводник с током

Режимы работы.

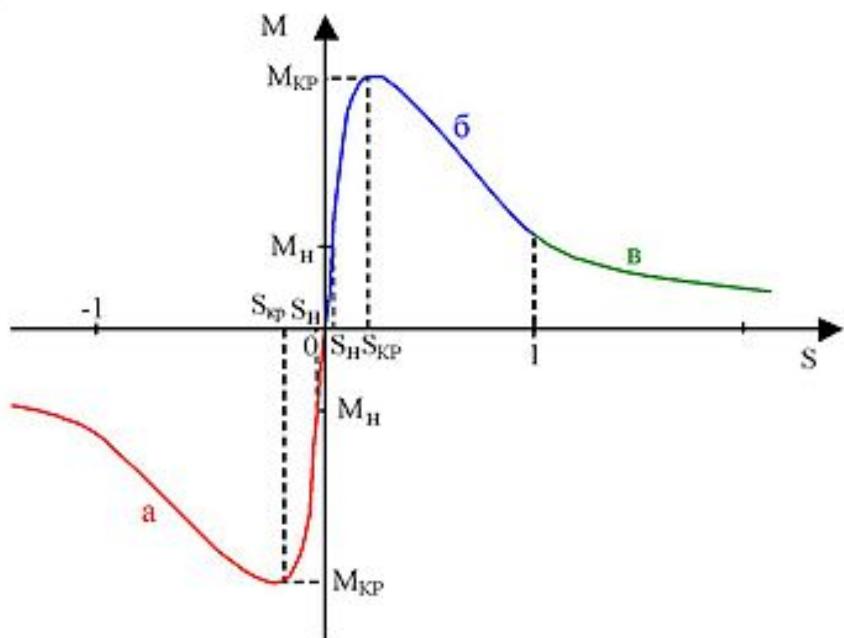


График 1. Механическая характеристика асинхронной машины: а — режим рекуперации энергии в сеть (генераторный режим), б — двигательный режим, в — режим противовключения (режим электромагнитного тормоза).

Двигательный режим. Если ротор неподвижен или частота его вращения меньше синхронной, то вращающееся магнитное поле пересекает проводники обмотки ротора и индуцирует в них ЭДС, под действием которой в обмотке ротора возникает ток. На проводники с током этой обмотки (а точнее, на зубцы сердечника ротора), действуют электромагнитные силы; их

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

суммарное усилие образует электромагнитный вращающий момент, увлекающий ротор вслед за магнитным полем. Если этот момент достаточен для преодоления сил трения, ротор приходит во вращение, и его установившаяся частота вращения n_2 [об/мин] соответствует равенству электромагнитного момента тормозному, создаваемого нагрузкой на валу, силами трения в подшипниках, вентиляцией и т. д. Частота вращения ротора не может достигнуть частоты вращения магнитного поля, так как в этом случае угловая скорость вращения магнитного поля относительно обмотки ротора станет равной нулю, магнитное поле перестанет индуцировать в обмотке ротора ЭДС и, в свою очередь, создавать вращающий момент; таким образом, для двигательного режима работы асинхронной машины справедливо неравенство:

$$0 \leq n_2 < n_1$$

Относительная разность частот вращения магнитного поля и ротора называется *скольжением*:

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

Очевидно, что при двигательном режиме $0 < s \leq 1$.

Генераторный режим. Если ротор разогнать с помощью внешнего момента (например, каким-либо двигателем) до частоты, большей частоты вращения магнитного поля, то изменится направление ЭДС в обмотке ротора и активной составляющей тока ротора, то есть асинхронная машина перейдёт в *генераторный режим*. При этом изменит направление и электромагнитный момент, который станет тормозным. В генераторном режиме работы скольжение $s < 0$.

Для работы асинхронной машины в генераторном режиме требуется источник реактивной мощности, создающий магнитное поле. При отсутствии первоначального магнитного поля в обмотке статора поток создают с помощью постоянных магнитов, либо при активной нагрузке за счёт остаточной индукции машины и конденсаторов, параллельно подключенных к фазам обмотки статора.

Асинхронный генератор потребляет реактивный ток и требует наличия в сети генераторов реактивной мощности в виде синхронных машин, синхронных компенсаторов, батарей статических конденсаторов (БСК). Из-за этого, несмотря на простоту обслуживания, асинхронный генератор применяют сравнительно редко, в основном в качестве ветрогенераторов малой мощности, вспомогательных источников небольшой мощности и тормозных устройств.

Генераторный режим асинхронного двигателя используется довольно часто в механизмах с активным моментом: в таком режиме могут работать двигатели эскалаторов метро (при движении вниз), опускании груза в подъёмных кранах, в генераторном режиме также работают двигатели лифтов, в зависимости от соотношения веса в кабине и в противовесе; при этом сочетаются необходимый по технологии режим торможения механизма и рекуперация энергии в сеть с экономией электроэнергии.

Режим холостого хода. Режим холостого хода асинхронного двигателя возникает при отсутствии на валу нагрузки в виде редуктора и рабочего органа. Из опыта холостого хода могут быть определены значения намагничивающего тока и мощности потерь в магнитопроводе, в подшипниках, в вентиляторе. В режиме реального холостого хода $s=0,01-0,08$. В режиме идеального холостого хода $n_2=n_1$, следовательно $s=0$ (на самом деле этот режим недостижим, даже при допущении, что трение в подшипниках не создаёт свой момент нагрузки — сам принцип работы двигателя подразумевает отставание ротора от поля статора для создания поля ротора. При $s=0$ поле статора не пересекает обмотки ротора и не может индуцировать в нём ток, а значит не создаётся магнитное поле ротора).

Режим электромагнитного тормоза (противовключение). Если изменить направление вращения ротора или магнитного поля так, чтобы они вращались в противоположных направлениях, то ЭДС и активная составляющая тока в обмотке ротора будут направлены так же, как в двигательном режиме, и машина будет потреблять из сети активную мощность. Однако электромагнитный момент будет направлен встречно моменту нагрузки, являясь тормозящим. Для режима справедливы неравенства:

$$n_2 < 0, s > 1$$

Этот режим применяют кратковременно, так как при нём в роторе выделяется много тепла, которое двигатель не способен рассеять, что может вывести его из строя.

Для более мягкого торможения может применяться генераторный режим, но он эффективен только при оборотах, близких к номинальным.

II. Неисправности асинхронных электродвигателей и способы их устранения

Неисправности электродвигателей возникают в результате износа деталей и старения материалов, а также при нарушении правил технической эксплуатации. Причины возникновения неисправности и повреждений электродвигателей различны. Нередко одни и те же неисправности вызываются действиями различных причин, а иногда – и совместными их действием. Успех ремонта во многом зависит от правильного установления причин всех неисправностей и повреждений поступающего в ремонт электродвигателя.

Повреждения электродвигателей по месту их возникновения и характеру происхождения делят на электрические и механические. К электрическим

Относят повреждение или токопроводящих частей обмоток, коллекторов, контактных колец и листов сердечников. Механическими повреждениями считают ослабление крепежных соединительных резьб, посадок, нарушения формы и поверхности деталей, перекосы и поломки. Повреждения обычно имеют очевидные признаки или легко устанавливаются измерениями.

Неисправности часто можно установить лишь по косвенным признакам. При этом приходится производить не только измерения, но и сопоставлять обнаруженные факты с известными из опыта и делать соответствующие выводы.

Предремонтные испытания. Для электродвигателей, поступающих в ремонт, когда это, возможно, следует проводить предремонтные испытания.

Объем испытаний устанавливают в каждом случае в зависимости от вида ремонта, результатов анализа карт осмотра и внешнего состояния электродвигателя. Работа по предметному выявлению неисправности машин называется дефектацией.

Перед испытаниями электродвигатель подготавливают к работе с соблюдением всех требований правил технической документации: измеряют размеры зазоров в подшипниках и воздушные зазоры, осматривают доступные узлы и детали и оценивают возможность их использования при испытаниях. Непригодные детали по возможности заменяют исправными (без разборки).

Таблица 2.1.

Неисправности электрических двигателей и возможные причины их возникновения

Виды неисправностей	Вероятная причина	Способ устранения
При включении в сеть ротор (якорь) неподвижен	На входных клеммах машины отсутствует напряжение либо оно слишком мало	Проверить питающую линию, устраниТЬ повреждение и обеспечить подачу номинального напряжения
При включении в сеть ротор неподвижен, сильное гудение, интенсивное нагревание	Разрушен подшипник; задевание ротора о статор; заклинило вал рабочего механизма	Отсоединить вал двигателя от вала механизма и вновь включить двигатель; если вал двигателя остается неподвижным, снять двигатель и отправить в ремонт
Остановка работающего двигателя	Прекращение подачи напряжения.	Найти и устранить разрыв в электрической цепи.
	Неполадки в аппаратуре распределительного устройства и питающей сети	Устранить неполадки в аппаратуре и питающей сети.
	Заклинивание приводного механизма.	Устранить неисправность приводного механизма.
	Сработала защита	Проверить обмотку статора и устранить причину
Двигатель не достигает требуемой частоты вращения, сильно перегревается	Двигатель перегружен	Устранить перегрузку
Двигатель сильно перегревается	Подшипник вышел из строя Двигатель перегружен Повышено или понижено напряжение сети Повышена температура окружающей среды НаруШена вентиляция	Заменить подшипник Устранить перегрузку Выяснить и устранить причину отклонения напряжения от номинального Устранить причину и понизить

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					ВКР 5310700-00-21П3

	двигателя (засорились каналы подачи воздуха на вентилятор, загрязнена поверхность двигателя)	температуру до допустимого значения Очистить вентиляционные каналы подачи воздуха на вентилятор и устранить загрязнение поверхности двигателя
Работа двигателя сопровождается сильным гудением, появился дым	Произошло замыкание витков некоторых катушек обмотки статора; короткое замыкание одной фазы	Двигатель отправить в ремонт
Сильная вибрация двигателя	Нарушилась балансировка вентиляторного колеса двигателя либо другого элемента, установленного на валу двигателя	УстраниТЬ небаланс вентилятора либо другого элемента, установленного па валу двигателя
Подшипник перегревается, в нем слышны шумы	Подшипник и смазка в нем загрязнены Подшипник изношен Нарушена центровка валов двигателя и рабочей машины	Удалить из подшипника смазку, промыть его и заложить новую смазку Заменить подшипник Произвести центровку валов
Двигатель не отключается от сети при нажатии кнопки «Стоп»	«Залипли» контакты магнитного пускателя	Отключить двигатель автоматическим выключателем и заменить магнитный пускатель
При включении в сеть двигатель работает неустойчиво	Силовые контакты магнитного пускателя не создают устойчивого соединения	Заменить магнитный пускатель
Разрушение лап машины в местах их присоединения к корпусу	Очень сильная вибрация машины Нарушение соосности сочлененных валов двигателя и рабочей машины	Определить несбалансированные врачающиеся элементы и выполнить их балансировку Разъединить валы и восстановить их соосность

Разрушение гнезд с резьбой в корпусе для крепления подшипниковых щитов	Слишком сильная вибрация Разрушен подшипник	Устраниить причины, вызывающие такую вибрацию Заменить подшипник
Ослабление крепления подшипника в подшипниковом щите	Слишком большая радиальная нагрузка на выходной конец вала, приведшая к износу места посадки подшипника в щите Очень большая вибрация машины	Уменьшить радиальную нагрузку и заменить двигатель; применить двигатель другого типоразмера, способный без разрушения выдержать существующую радиальную нагрузку Устраниить причины сильной вибрации и заменить двигатель
Щетки искрят, некоторые щетки и их арматура сильно нагреваются и обгорают	Щетки плохо пришлифованы	Пришлифовать щетки
	Щетки не могут свободно двигаться в обойме щеткодержателя — мал зазор	Установить нормальный зазор между щеткой и обоймой 0,2—0,3 мм
	Загрязнены или замаслены контактные кольца и щетки	Очистить бензином кольца и щетки и устраниить причины загрязнения
	Контактные кольца имеют неровную поверхность	Обточить или отшлифовать контактные кольца
	Слабо прижаты щетки к контактным кольцам	Отрегулировать нажатие щеток
	Неравномерное распределение тока между щетками	Отрегулировать нажатие щеток, проверить исправность контактов траверс, токопроводов, щеткодержателей

статора	номинального	номинального; усилить вентиляцию
Повышенный местный нагрев активной стали при холстом ходе и номинальном напряжении	Между отдельными листами активной стали имеются местные замыкания	Удалить заусеницы, устраниТЬ замыкание и обработать листы изоляционным лаком
	Нарушено соединение между стяжными болтами и активной сталью	Восстановить изоляцию стяжных болтов
Двигатель с фазным ротором не развивает номинальной частоты вращения с загрузкой	Плохой контакт в пайках ротора	Проверить все пайки ротора. В случае отсутствия неисправностей при наружном осмотре проверку паяк проводят методом падения напряжения
	Обмотка ротора имеет плохой контакт с контактными кольцами	Проверить контакты токопроводов в местах соединения их с обмоткой и контактными кольцами

Перед испытаниями электродвигатель подготавливают к работе с соблюдением всех требований правил технической документации: измеряют размеры зазоров в подшипниках и воздушные зазоры, осматривают доступные узлы и детали и оценивают возможность их использования при испытаниях. Непригодные детали по возможности заменяют исправными (без разборки).

В асинхронных двигателях на холосто ходу измеряют ток холостого хода, контролируют его симметрию и оценивают визуально или с помощью инструментов все параметры, подлежащие контролю при эксплуатации.

В электродвигателях с фазным ротором и двигателях постоянного тока оценивают работу контактных колец, коллекторов. Щеточного аппарата. Нагружая электродвигатель в допустимой мере оценивают влияние нагрузки на работу его основных узлов, контролируют равномерность нагрева доступных частей, вибрацию, определяют неисправности и устанавливают возможные их причины.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					ВКР 5310700-00-21ПЗ

Типичные признаки и причины неисправностей асинхронных электродвигателей при номинальных параметрах питающей сети и правильном включении обмоток электродвигателя приведены.

В соответствии с Правилами технической эксплуатации в системе планово-предупредительных ремонтов электрооборудования (ППРЭО) предусматривают два вида ремонтов: текущий и капитальный.

Текущий ремонт. Проводится с периодичностью (установленной главным энергетиком) для всех электродвигателей, находящихся в эксплуатации. В типовой объем работ при текущем ремонте входят следующие виды работ: наружный осмотр электродвигателя, промывка и замена смазки в подшипниках и при необходимости замена подшипников качения, проверка и ремонт вентиляторов и чистка вентиляционных устройств и каналов, чистка и продувка сжатым воздухом обмоток, контактных колец, коллекторов щеточного аппарата, проверка состояния крепления лобовых обмоток, шлифования контактных колец и коллекторов, регулировка щеточного аппарата, протирка и замена щеток, продораживание коллекторов, проверка и затяжка всех резьбовых крепежных соединений, проверка защитного соединения, проведение профилактических испытаний.

Капитальный ремонт. Проводят в условиях электроремонтного цеха (ЭРЦ) или специализированного ремонтного предприятия (СРП). В объем капитального ремонта входят работы, предусмотренные текущим ремонтом. Он включает в себя также следующие виды работ: полную разборку электродвигателя, проверку всех узлов и деталей и их дефектация, ремонт станин и подшипников щитов, магнитопроводов ротора и статора, валов, вентиляторов, роторов, коллекторов, устранения местных дефектов изоляции обмоток и соединений, проведение послеремонтных испытаний.

Периодичность капитальных ремонтов электродвигателей Правилами технической эксплуатации не устанавливается. Она определяется лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия на основании оценок общей продолжительности работы электродвигателей и местных условий их эксплуатации.

После транспортировки для монтажа электродвигателей на фундаментах производят следующие дополнительные работы: выверка положения электродвигателя, центровка и соосность валов электродвигателя и агрегата, крепление, подливка оснований. Частичная замена обмоток целесообразна в случае повреждения нескольких однослойных катушек или стержневых

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

обмоток (частичная замена двухслойных обмоток статора нецелесообразна, так как при этом повреждается изоляция исправных катушек).

Провода снятые с поврежденных электродвигателей в период ремонта, используют повторно. В этом случае необходимо восстановить электрические и механические параметры обмоток до их первоначальных значений. Для очистки проводов от их старой изоляции применяют отжиг в печах, а механическое отделение остатков изоляции от проводов – волочением через деревянные или текстолитовые клизы. После рихтовки провода обматывают новой изоляцией на станках.

При ремонте статорных обмоток из жестких катушек медные провода прямоугольного сечения используют повторно. Изоляцию восстанавливают с помощью обматывания лентой внахлестку, перекрывая на 1:2 ширины изолировочной ленты. Замену коллекторов проводят лишь при значительных повреждениях (пяти и более коллекторных пластин) с пробоем и выгоранием изоляции.

Кроме того, коллекторы подлежат замене целиком, если запас размера коллекторных пластин по высоте не обеспечивает их естественного износа без уменьшения этого размера ниже допустимого предела за время до следующего капитального ремонта.

Сушка, пропитка и испытание обмоток. Изготовление обмотки статоров, роторов и якорей подвергаются сушке в специальных печах и сушильных камерах при температуре 105-120С. С помощью сушки из гигроскопических изоляционных материалов (электрокартон, хлопчатобумажные ленты) удаляется влага, которая препятствует глубокому проникновению пропиточных лаков в поры изоляционных деталей при пропитке обмотки.

Сушку проводят в инфракрасных лучах специальных электрических ламп, или с использованием горячего воздуха в сушильных камерах. После просушки обмотки пропитывают лаками БТ-987, БТ-95, БТ-99, ГФ-95 в специальных пропиточных ваннах. Помещения оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией. Пропитка проводится в ванне, заполненной лаком и оборудованной подогревом для лучшей проникающей способности лака в изоляцию обмотки провода.

С течением времени лак в ванне становится более вязким и густым, в связи с улетучиванием растворителей лаков. В результате этого сильно снижается их способность проникать в изоляцию проводов обмотки, особенно в тех случаях, когда провода обмотки плотно уложены в пазы

ВКР 5310700-00-21ПЗ

Лист

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

сердечников. Поэтому при пропитке обмоток постоянно проверяют густоту и вязкость пропиточного лака в ванне и периодически добавляют растворители. Обмотки пропитывают до трех раз в зависимости от условий их эксплуатации.

Для экономии лака, расходуемого за счет прилипания к стенкам станины статора, применяют другой метод пропитки обмотки с использованием специального приспособления. Готовый к пропитке статор с обмоткой устанавливают на крышку специального бака с лаком, предварительно закрыв заглушкой коробку вывода статора. Между торцом статора и крышкой бака прокладывают уплотнение. В центре крышки имеется труба, нижний конец которой располагается ниже уровня лака в баке.

Для пропитки обмотки статора в бак по патрубку подается сжатый воздух давлением 0,45 – 0,5 МПа, с помощью которого уровень лака поднимается до заполнения всей обмотки, но ниже верхней части кромки станины статора. По окончании пропитки выключают подачу воздуха и выдерживают статор примерно 40мин (для слива остатков лака в бак), снимают заглушку с коробки выводов. После этого статор направляют в сушильную камеру.

Это же приспособление используют для пропитки обмоток статора под давлением. Необходимость в этом возникает в тех случаях, когда в пазах статора очень плотно уложены провода и при обычной пропитке (без давления лака) лак не проникает во все поры изоляции витков. Процесс пропитки под давлением заключается в следующем. Статор устанавливается как и в первом случае, но сверху закрывается крышкой. Сжатый воздух подается в бак и цилиндр, который прижимает крышку к торцу станины статора через установленную прокладку уплотнения. Поворотная траверса, укрепленная на колонке, и винтовое соединение крышки с цилиндром позволяют использовать это приспособление для пропитки обмоток статоров различной высоты.

Пропиточный лак в резервуар подается из емкости, расположенной в другом, не пожароопасном помещении. Лак и растворители являются токсичными и пожароопасными и в соответствии с правилами охраны труда работа с ними должна проводиться в защитных очках, рукавицах, резиновом фартуке в помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией.

После окончания пропитки обмотки машин сушат в специальных камерах. Воздух, подаваемый в камеру принудительной циркуляцией,

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

нагревается электрическими калориферами, газовыми или паровыми подогревателями. Во время сушки обмоток ведется непрерывный контроль за температурой в сушильной камере и температурой выходящего из камеры воздуха. В начале сушки обмоток температуру в камере создают несколько ниже (100-110с). При этой температуре удаляются растворители из изоляции обмоток и наступает второй период сушки – запекания лаковой пленки. В это время на 5-6 часов повышают температуру сушки обмоток до 140с (для класса изоляции А). Если после нескольких часов сушки сопротивление изоляции обмоток остается недостаточным, то отключают подогрев и дают остыть обмоткам до температуры, на 10-15С превышающей температуру окружающего воздуха, после чего вновь включают подогрев и продолжают процесс сушки.

Процессы пропитки и сушки обмоток на энергомонтных предприятиях совмещены и, как правило, механизированы.

В процессе изготовления и ремонта обмоток машин проводят необходимые испытания изоляции катушек. Испытательное напряжение должно быть таким, чтобы в процессе испытаний выявлялись дефектные участки изоляции и не повреждалась изоляция исправных обмоток. Так, для катушек напряжением 400В испытательное напряжение недемонтированной из пазов катушки в течении 1 мин должно быть равно 1600В, а после соединения схемы при частичном ремонте обмотки – 1300В.

Сопротивление изоляции обмоток электродвигателей напряжением 500В после пропитки и сушки должно быть не менее 3Мом для обмоток статора и 2Мом – для обмоток ротора после полной перемотки и 1Мом и 0,5Мом соответственно после частичной перемотки. Эти значения сопротивлений изоляции обмоток рекомендованы, исходя из практики ремонта и эксплуатации отремонтированных электрических машин.

После испытания электродвигателей определяют возможность их включения без сушки. Электродвигатели напряжением до 1000В включают без сушки, если сопротивление изоляции их обмоток при температуре от 10С до 30С не менее 0,5Мом. Если указанные условия не удовлетворяются, электродвигатели должны быть подвергнуты сушке.

Методы сушки электрических машин. Метод сушки внешним нагревом применяют для сильно увлажненных машин. Машину помещают в теплоизоляционную камеру, продуваемую горячим воздухом от воздуховки.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

Инфракрасную сушку производят с помощью теплоизлучателей, в качестве которых применяют зеркальные лампы мощностью 250 или 500 Вт, располагаемые на расстоянии 200-400мм от нагреваемой поверхности. Лампы размещают на расстоянии 200-300мм одну от другой в шахматном порядке. Температуру регулируют включением и отключением части ламп.

Методы инфракрасной сушки и сушки внешним нагревом применяют для любых электрических машин. Напряжение питания пониженное. Роторы машин переменного тока при сушке от внешних источников затормаживаются. Включение и отключение тока производят плавным изменением сопротивления реостата.

Режим сушки. Перед сушкой машину тщательно очищают и продувают сжатым воздухом. Корпус машины надежно заземляют. Принимают меры по уменьшению теплопотерь: перекрывают деревянными щитами фундаментные ямы, ограждают машину брезентовыми палатками. В процессе сушки первоначальный нагрев проводят медленно (особенно при сильно отсыревшей изоляции крупных машин). Средняя температура допустимого нагрева 65-70С. Разброс температур нагрева различных частей машины должен быть в пределах 20С. Температуру измеряют термометрами, встроенными или закладными термоиндикаторами, а также методом сопротивления.

В процессе сушки через каждый час (или два часа) измеряют следующие параметры: температуры в контрольных точках машины и окружающего воздуха, сопротивления изоляции каждой обмотки от корпуса и изоляции между обмотками. Коэффициент абсорбции определяют в холодном состоянии машины в начале сушки, после ее нагрева до установившейся температуры, в конце сушки (для принятия решения о ее прекращении) и после сушки при остывании машины.

Сушка заканчивается после того, как устанавливается постоянное сопротивление изоляции при неизменной температуре в течение 3-8ч. Общая продолжительность сушки машин малой и средней мощности должна быть не менее 15-20ч.

Отремонтированный и испытанный электродвигатель транспортируют к месту установки и монтируют в следующем порядке. Устанавливают на плиту электродвигатель и выверяют положение его вала так, чтобы наилучшим образом обеспечить совпадение в пространстве осей всех валов.

Центровка валов с общей осью обычно производится в два этапа. Предварительную центровку производят по рискам, нанесенным на ободы полумуфт. Риски наносят с помощью центроискателей на каждой полумуфте соединяемых валов через 90° . Сначала накладывают контрольную линейку на обе полумуфты в четырех точках окружности, сдвинутых на 90° , и убеждаются в отсутствии параллельного сдвига осей валов. Если оси сдвинуты, то на риску базовой полумуфты накладывают контрольную линейку и, вращая центрируемый вал, совмещают одну из рисок его полумуфты с базовой риской. При совпадении обеих рисок с кромкой линейки без углового расхождения линейку переносят на следующие две риски и так далее. В случае, когда угловое расхождение осей валов установлено, перемещают центрируемый вал до совпадения рисок. Предварительная центровка считается достигнутой, если совпадают все четыре пары рисок соединяемых полумуфт. Для окончательной центровки малогабаритных тихоходных машин применяют монтажные скобы. Центровка может производиться по втулкам или по ободам полумуфт. Для центровки валов крупных быстроходных машин используют более сложные приспособления, в которых несоосность измеряют индикаторами с точным отсчетом по шкале.

Окончательная центровка заключается в измерении зазоров «*a*» и «*b*» в четырех положениях валов, совместно поворачиваемых ступнями на 90° . Разность как зазоров «*a*», так и зазоров «*b*» в диаметрально противоположных направлениях должна быть меньше допустимых отклонений.

В электроприводах с двигателями мощностью до 100кВт нередко применяют ременные передачи. Валы электродвигателя и производственного механизма в этом случае располагаются параллельно. Для сопряжения валов передачей выверяют горизонтальность их осей валовыми уровнями и вертикальность торцевых плоскостей шкивов рамными уровнями. Затем совмещают поперечные оси симметрии обеих шкивов с осью ременной передачи. При одинаковой ширине шкивов пользуются контрольной линейкой. Ее располагают в плоскости осей обоих валов и прижимают к кромкам обработанных торцов обоих шкивов, добиваясь касания обоих ободов шкивов во всех четырех точках. Если ширина шкивов неодинакова, их расположение регулируют выравниванием зазоров по обе стороны от узкого шкива между его ободами и двумя контрольными линейками, наложенными на торцы широкого шкива. Допустимое отклонение измерений

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21П3	Лист

как односторонних зазоров, так и разности сумм накрест лежащих зазоров по ободу узкого шкива не должны превышать 0,3мм.

Для клиноременной передачи допускается осевой сдвиг канавок шкивов не более 16мм на 1000мм расстояния между осями валов.

Предварительно затягивают до отказа фундаментные болты вручную нормальными ключами. Контролируют сохранность центровки, осуществляют окончательную затяжку резьбовых креплений тарированными ключами. Достаточность затяжки контролируют щупом толщиной 0,05мм, который должен проникать в стык резьбового соединения не глубже, чем на 0,5мм.

Проводят пробный пуск электродвигателя: его включают в сеть только на несколько секунд и повторяют включение несколько раз. При благополучном исходе включений «толчком» электродвигатель пускают на 20-30мин, контролируя работу систем смазки, охлаждения и отсутствия ненормальных шумов в машине. Перед остановом измеряют температуру подшипников. Если признаков ненормальной работы не обнаружено, обкатывают электродвигатель на холостом ходу и производят испытание на холостом ходу и под нагрузкой. Время обкатки устанавливают по данным завода-изготовителя для нового электродвигателя.

Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Частота вращения ротора в минуту определяется следующим выражением:

$$n_2 = n_1(1-s) = 60f_1/p(1-s).$$

Из этого выражения видно, что частоту вращения ротора можно регулировать изменением любой из трех величин, определяющих ее, то есть изменением частоты тока сети f_1 , числа пар полюсов p и скольжения s .

Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей изменением частоты тока сети сложно, так как необходим какой-либо регулирующий преобразователь частоты или генератор. Поэтому такой способ не имеет широкого применения.

Число полюсов машины может быть изменено, если на статоре имеется несколько (обычно две) обмоток с разным числом полюсов или одна

обмотка, которую можно переключать на различное число полюсов, или две	Лист				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	VKP 5310700-00-21П3

обмотки, каждая из которых может переключаться на различное число полюсов.

Если изменить направление тока в одной из катушек, включив ее встречно с другой, то обмотка может переключаться на два полюса. При изменении числа полюсов обмотки статора изменится частота вращения его магнитного поля, а следовательно, и частота вращения ротора двигателя. Этот способ регулирования частоты вращения асинхронного двигателя экономен, но недостатком его является ступенчатое изменение частоты. Кроме того, стоимость такого двигателя значительно возрастает вследствие усложнения габаритов машины.

Регулирование частоты вращения изменением числа полюсов применяют в двигателях с короткозамкнутым ротором; в двигателях с фазным ротором этот способ не используется, так как приходится одновременно изменять число полюсов обмотки статора и число полюсов обмотки вращающегося ротора, что весьма сложно.

Заводы выпускают двигатели с синхронными частотами вращения 500-750-1000-1500 оборотов в минуту. Такие двигатели имеют на статоре две обмотки, каждая из которых может быть переключена на разное число полюсов.

Скольжение можно изменить регулировочным реостатом, введенным в цепь обмотки ротора, а также регулированием напряжения сети. При регулировании напряжения питающей сети изменяется вращающий момент двигателя пропорционально квадрату напряжения. При изменении вращающего момента уменьшается частота вращения ротора, то есть увеличивается скольжение. Регулировочный реостат включается в цепь обмотки фазного ротора подобно пусковому реостату, но в отличие от пускового он рассчитывается на длительное прохождение тока.

При включении регулировочного реостата ток в роторе уменьшается, что вызовет снижение вращающего момента двигателя, и, следовательно, уменьшения частоты вращения, или увеличения скольжения. При увеличении скольжения увеличивается электродвижущая сила и ток в роторе. Частота вращения или скольжения будет уменьшаться до восстановления равновесия моментов, то есть пока ток в роторе не примет своего начального значения.

Этот способ регулирования частоты вращения может быть использован

Начало в работе	Физиономия	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон
Начало	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон
Начало	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон
Начало	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон	Наклон

ВКР 5310700-00-21Л3

неэкономичным (так как в регулировочном реостате происходит значительная потеря энергии) имеет широкое распространение.

2.2. Отделение по ремонту асинхронного тягового двигателя.

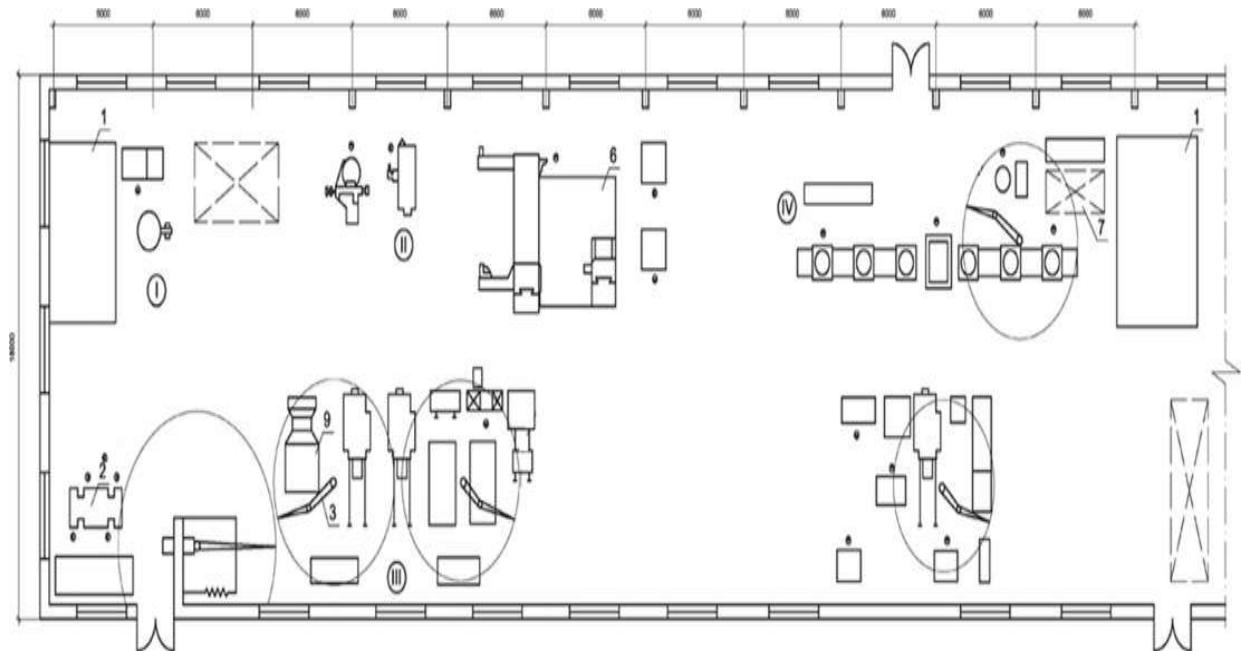


Рис. 19. Цех по ремонту тягового двигателя.

Цех по ремонту тягового двигателя имеет следующие участки:

1. Участок для разборки тягового асинхронного двигателя.
2. Участок для сборки тягового асинхронного двигателя.
3. Участок для ремонта ротора тягового асинхронного двигателя.
4. Участок для ремонта статора тягового асинхронного двигателя.
5. Участок контрольно-испытательной станции.

Для производства работ цех по ремонту электровозов в объеме ТР-3 имеет следующие необходимые оборудование:

1. Кран мостовой 10 тн.
2. Домкраты гидравлические с пультом управления.
3. Магнитный дефектоскоп ТГМ.
4. Ультразвуковые дефектоскопы УД-2/12 и УД-4Т
5. Моечная машина ММД-12 для мойки узлов и деталей ТПС.
6. Нагреватель индукционный.
7. Стенд для испытания асинхронных тяговых двигателей.
8. Приспособление для снятия и установки роторов
9. Сварочный аппарат.
10. Чалочные приспособления для подъёма ТЭД.
1. Участок для разборки тягового асинхронного двигателя:
 - 1) Камера обдувки;
 - 2) Стенд для разборки АТД;
 - 3) Консольный кран;
 - 4) Кантователь.
2. Участок ремонта статора:
 - 5) Стенд кантовки статора;
 - 6) Камера испытаний магнитной системы статора;
 - 7) Кантователь статора.
3. Участок ремонта ротора;
4. Участок сборки:
 - 11) Поточная линия сборки АТД;
 - 12) Испытательная станция.
5. Участок контрольно-испытательной станции.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР 5310700-00-21ПЗ

Лист

2.3. Разработка стенда для разборки асинхронного электродвигателя

Описание работы стенда

Разборка и дефектация. При дефектации производят визуальный осмотр узлов и деталей машины, проводят необходимые измерения и испытания, определяют целостность отдельных деталей и сборочных единиц, состояние рабочих поверхностей для установления объема необходимого ремонта. Если сборочная единица не имеет повреждений, ее разборку не производят. Разборка должна проводиться с использованием специального инструмента, чтобы не повредить детали и сборочные единицы.

Разборка двигателя. Перед снятием шкивов, полумуфт, шестерен и других соединительных деталей с вала машины следует вывернуть стопорный винт или выбить шпонку, фиксирующие соединительную деталь с валом. Место посадки заливают керосином или антикоррозионной жидкостью для устранения коррозии в месте контакта. При снятии этих деталей используют двух- или трехлапчатые съемники (переносные ручные или гидравлические). На рисунке 20 показан процесс снятия шкива 5 с помощью лапчатого съемника. Лапы 4 съемника накладывают на наружную поверхность шкива и, вращая рукоятку 2, передвигают гайку 3 влево, обеспечивая плотный захват детали с упором в выходной конец вала. Затем, вращая рукоятку 1, стягивают шкив с вала. Лапы 4 съемника позволяют захватывать детали как за наружную, так и за внутреннюю поверхности, а путем перемещения гайки 5 можно фиксировать их положение. Работа с таким съемником обычно производится двумя рабочими, один из которых придерживает съемник за лапы 4, а другой вращает рукоятку 1.

Для снятия соединительных деталей, имеющих аксиальные отверстия, можно использовать съемник, с которым может работать один рабочий. Траверса 1 соединяется с демонтируемой деталью 2 с помощью болтов 4. Затягивая винт 5, стягивают деталь с вала. Для предотвращения проворачивания вала при за тяжке винта 5 одно плечо траверсы упирают в подставку из раздвижных труб 3. При снятии крупных деталей, требующих

					VKP 5310700-00-21ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

больших усилий, применяют гидравлические съемники, усилие в которых создается с помощью гидравлического пресса.

В ряде случаев для уменьшения требуемых для съема детали усилий производят нагрев детали. Для уменьшения нагрева вала его оберывают смоченным в воде картоном, а нагрев проходят интенсивно одной или двумя горелками, начиная от края детали по направлению к ступице. Температуру детали можно контролировать периодическим прикосновением прутка из олова, температура плавления которого около 250 °С. В процессе нагрева внимательно следят за началом трогания детали, поскольку на нее действует большое усилие от съемника. Для нагрева детали можно использовать токи высокой частоты, при котором вал практически не нагревается.

В качестве примера рассмотрим процесс разборки асинхронного двигателя закрытого исполнения. Разборка происходит в следующем порядке:

- отсоединяют двигатель от электрической сети и от заземляющего провода;
- отсоединяют двигатель от приводного механизма и снимают его с фундамента;
- снимают шкив или полумуфту с помощью съемника;
- снимают шпонку;
- отворачивают болты, крепящие подшипниковые щиты к корпусу, и снимают задний подшипниковый щит, легко ударяя по нему молотком из мягкого материала (дерево, пластмасса, медь);
- вынимают ротор из статора для чего легкими толчками сдвигают ротор в сторону переднего подшипникового щита и выводят щит из замка;

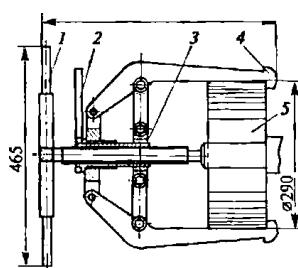


Рис.20. Лапчатый съемник:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

1 и 2 — рукоятки; 3 — гайка; 4 — лапы съемника; 5 — шкив А-А

-поддерживая ротор за вал, выводят его из статора, не допуская повреждения лобовых частей обмотки статора и крыльчатки ротора;

-снимают передний подшипниковый щит, легко ударяя по нему молотком из мягкого материала;

-снимают с помощью съемника подшипники, если необходима их замена.

Снятие подшипниковых щитов можно производить отжимными болтами, если они предусмотрены в конструкции. В этом случае отжимные болты завертывают равномерно в отжимные отверстия, не допуская перекоса подшипниковых щитов.

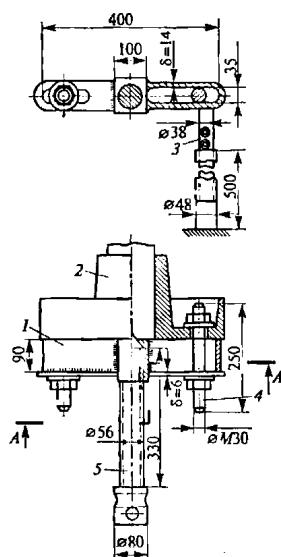


Рис 21. Съемник с траверсой:

1 — траверса; 2 — демонтируемая деталь; 3 — раздвижная труба; 4 — болт; 5 — пинт

Ротор небольшой массы выводят из статора руками, поддерживая его с двух сторон, как описано выше. Более крупный ротор выводят из статора с помощью приспособления для выема и заведения ротора.

Серьгу 1 устанавливают так, чтобы она располагалась над центром тяжести ротора 2, после чего заводят цанговый патрон на вал 3. Вращая рукоятку 6, передвигают пластину 5 вперед, пока кулачки 4 не захватят вал 3 ротора 2. Затем вывешивают ротор, приподнимая приспособление за серьгу 1

с помощью крана, и извлекают его из статора. Небольшую регулировку при извлечении ротора можно осуществить, поддерживая его за ось 7. Описанное приспособление позволяет захватывать валы диаметром до 100 мм.

При снятии подшипников усилия следует прикладывать к внутренней обойме, чтобы избежать их повреждения.

Для этого применяют лапчатые съемники, имеющие глубокие губки, или используют крышки подшипников. В последнем случае между крышкой 1 и подшипником устанавливают специальные прокладки 2. Если имеется место, то для съема подшипников можно использовать разъемный хомут 3.

При разборке АТД используют гидравлические съемники. Этот съемник имеет рабочее давление 6,4 МПа и позволяет развивать усилия до 100 кН при ходе цилиндра до 75 мм.

На электроремонтных предприятиях для разборки двигателей с высотой оси вращения 112-280 мм используют специальный стенд для разборки двигателей. Двигатель устанавливают на стенде рабочим концом вала к подвижной стойке 1 и закрепляют с помощью зажимов 6. С помощью

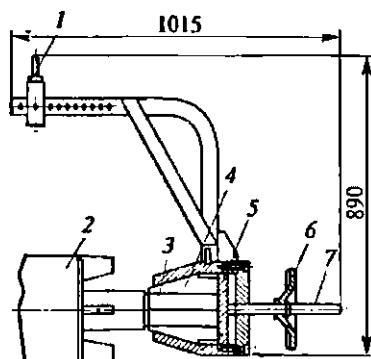
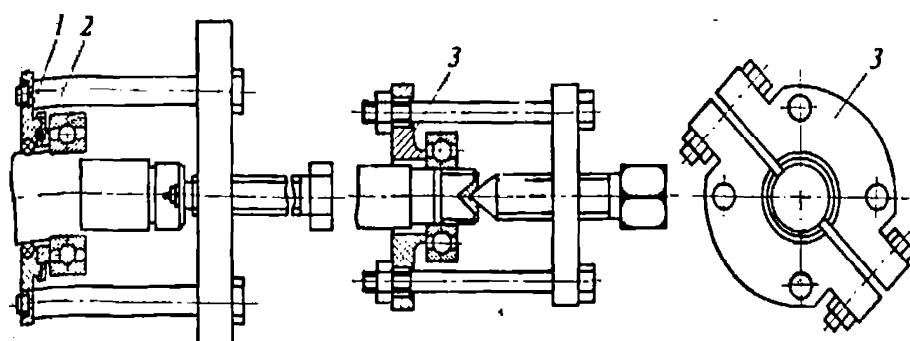


Рис.22. Приспособление для выема и заведения ротора:

1 — серьга; 2 — ротор; 3 — вал; 4 — кулачки; 5 — пластина; 6 — рукоятка; 7 — ось



Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	б	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

Рис.23. Снятие подшипников с использованием вставок (а) и хомута (б):

1 — внутренняя крышка подшипника; 2 — прокладки; 3 — хомут

электропривода 2 устанавливают пиноли 3 по высоте оси вращения двигателя и, перемещая стойку 1 вправо, фиксируют двигатель в пинолях (правая стойка 4 неподвижна).

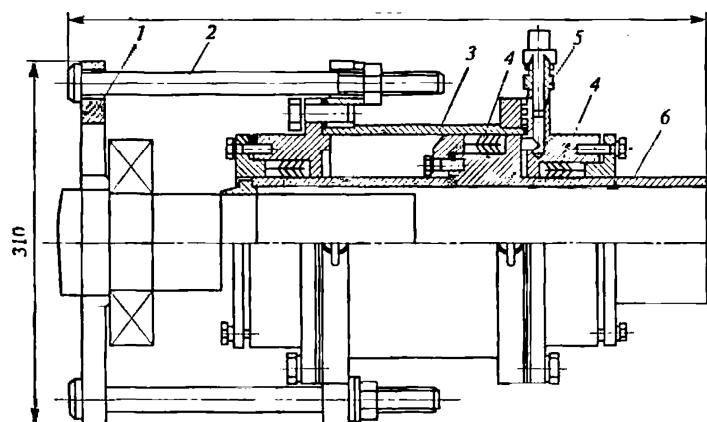
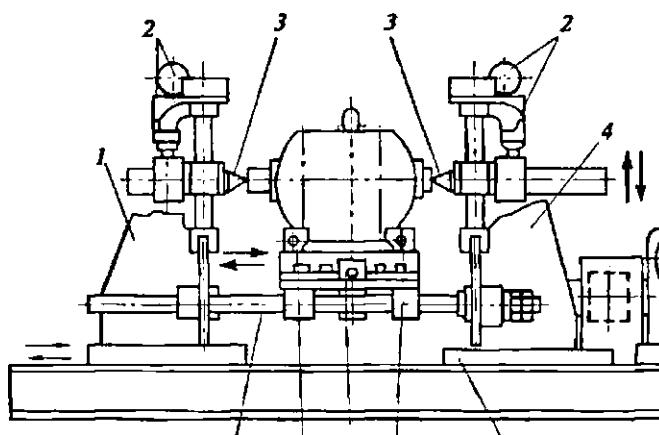


Рис.24. Гидравлический подвесной съемник для снятия подшипников валов двигателей с высотой оси вращения 180...280 мм (6...9-го габаритов): скоба; 2 - тяга; 3 - цилиндр; 4 - уплотнения; J - штуцер; 6-поршень



8 6 7 6 5

Рис. 25. Стенд для разборки электродвигателя:

1 — подвижная стойка; 2 — электропривод; 3 — пинали; 4 — неподвижная стойка; 5

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	поворотный стол; 6 — зажимы; 7 — стол; 8 — направляющие ВКР 5310700-00-21П3	Лист
-----	------	----------	-------	------	--	------

Включают движение стола 7 влево по направляющим 8% при котором левый подшипниковый щит выпрессовывается с наружного кольца подшипника, а правый — из замка на корпусе. Между правым подшипником и корпусом двигателя устанавливают опорную вилку и включают движение стола вправо. При этом левый подшипниковый щит выпрессовывается из замка на корпусе, а правый подшипник — с вала.

Устанавливают опорную вилку между левым подшипником и корпусом двигателя и включают движение стола 7 влево, производя выпрессовку левого подшипника с вала. Затем выводят пиноли 3 из центров вала, поворачивают стол 5 с двигателем на угол 60...90 градусов и снимают с вала крышки подшипников, подшипниковые щиты и подшипники.

Одним из указанных выше способов выводят ротор из статора, ослабляют зажимы 6 и снимают корпус (статор) двигателя со стенда.

На все детали и узлы навешивают бирки с одним ремонтным номером двигателя и направляют статор на участок удаления (извлечения) обмотки, а остальные узлы и детали — на мойку. Ротор направляют вместе со статором на участок удаления обмотки.

Технология разборки любой крупной электрической машины с подшипниками скольжения имеет свои специфические особенности, связанные с её конструкцией, местом установки, наличием грузоподъемных механизмов и др.

При разборке измеряют:

- воздушный зазор между ротором и статором в четырех точках (через 90°) с обеих сторон;
- радиальные зазоры в подшипниках и натяги крышек подшипников на вкладыши, радиальные зазоры между радиатором и диффузором;
- зазоры по уплотнениям вала и по маслоуловителям;
- совпадение магнитных осей статора и ротора;
- осевой разбег ротора и уклон вала ротора.

На электромонтажных предприятиях для разборки двигателей с высотой оси вращения 112-280 мм используют специальный стенд для разборки

д	двигатель устанавливают на стенде рабочим концом вала к	Лист
Изм	Лист	№ докум.

ВКР 5310700-00-21П3

подвижной стойке 1 и закрепляют с помощью зажимов 6. С помощью результаты измерений заносят в формуляр, проводят предремонтные испытания и приступают к разборке машины. Снимают наружные и внутренние шиты и диффузоры, в воздушный зазор ПОД ротор заводят лист электрокартона и после разборки опорных подшипников опускают ротор на статор. После этого снимают полумуфты или шестерни, подогревая их при необходимости, зачищают посадочные поверхности и определяют натяг. Чтобы не повредить обмотки статора при выводе ротора, их закрывают листами из прессшпана или резины. Ротор извлекают с помощью грузоподъемных механизмов и специальных скоб (для роторов массой до 500 кг), пригодных для роторов машин.

2.4. Разработка технологического процесса ремонта асинхронного тягового двигателя.

Технологический процесс ремонта – законченная часть производственного процесса, в результате выполнения которой достигается изменение формы, размеров, состояния и свойств объекта ремонта или последовательное соединение (разъединение) составных частей объекта в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Технологический процесс ремонта электровозов Узбекистан устанавливает нормы и требования на ремонт электровозов в объеме ТР-3.

Текущий ремонт электровозов Узбекистан в объеме ТР-3 производят для восстановления основных частей механического, электрического и пневматического оборудования. При ремонте ТР-3 предусматривают снятие, разборку и освидетельствование всех частей оборудования электровоза с заменой негодных деталей новыми и восстановлением изношенных, строгое соблюдение установленных норм допусков.

Отступать от норм, допусков и требований «Правила текущего ремонта электровозов переменного тока», можно в каждом отдельном случае только по разрешению ГАЖК.

На каждом техническом занятии мастер цеха должен ознакомить всех работников цеха с технологическим процессом.

Технологический процесс является обязательным для всех работников цеха по ремонту электровозов в объеме ТР-3.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

Структура электроремонтного предприятия и состав его оборудования определяются в основном номенклатурой и объёмом ремонтируемого оборудования. Поскольку форма организации ремонта электрических машин, трансформаторов и другого электротехнического оборудования является цеховой, то далее будет рассмотрена именно эта форма организации работ. Следует отметить, что ремонтный цех может быть, как самостоятельной производственной единицей, так и являться одним из цехов крупного отраслевого предприятия.

В ремонтном цехе производятся:

- капитальный ремонт электрических машин, их реконструкция и модернизация;
- средний и текущий ремонт;
- ремонт и изготовление пускорегулирующей аппаратуры;
- изготовление запасных частей;
- изготовление электромонтажных узлов и заготовок;
- ремонт и изготовление технологической оснастки для ремонта.

Все работы, проводимые в этом цехе, можно разбить на восемь основных видов: предремонтные, разборочно-дефектационные, изоляционно-обмоточные, слесарно-механические, комплектовочные, сборочные, отделочные и послеремонтные. В соответствии с видом производимых работ в состав ремонтного цеха, как правило, входят следующие отделения и участки:

- склады поступающей и готовой продукции (территориально они могут быть объединены);
- испытательный участок;
- участок разборки, мойки и дефектации;
- ремонтно-механический участок;
- кузнечно-сварочный участок;
- обмоточный участок;
- участок восстановления обмоточных проводов (в ряде случаев здесь осуществляется и изготовление нового обмоточного провода);

- пропиточно-сушильный участок с отделением окраски;
- участок комплектации и сборки;
- испытательная станция.

Испытательный участок. Здесь производят предремонтные испытания для выявления неисправностей электрических машин, поступивших в ремонт. Помимо внешнего осмотра здесь измеряют активные сопротивления и сопротивление изоляции обмоток, проверяют целостность подшипников (при работе машины на холостом ходу), правильность и плотность прилегания щёток к коллектору и контактным кольцам, уровень вибрации. Участок должен быть оснащён подъёмно-транспортным и испытательным оборудованием.

Участок разборки, мойки и дефектации. Здесь производят очистку машин перед разборкой, разбирают их на отдельные узлы и детали и производят дефектацию (диагностику), определяя их состояние, степень износа и объём необходимого ремонта. Неисправные детали и узлы передают для ремонта на соответствующие участки, а исправные – на участок комплектации. По итогам дефектации составляется дефектная ведомость, определяется необходимый объём ремонта и потребность в комплектующих изделиях.

Участок должен быть оснащён подъёмно-транспортным и моечным оборудованием, механическими и электрическими инструментами для разборки машин, станками для удаления обмотки, печью для выжига (или размягчения) изоляции, приспособлениями для выведения ротора из статора.

Ремонтно-механический и кузнечно-сварочный участки. На этих участках ремонтируют изношенные и изготавливают новые конструктивные детали электрических машин – валы, корпуса подшипников скольжения, крышки подшипников и др. На этих участках производят ремонт и перешихтовку магнитопроводов (сердечников), а также механическую обработку и восстановление резьбовых соединений.

Кроме того, здесь изготавливают необходимую для ремонта технологическую оснастку.

Участки оснащены соответствующим парком универсальных станков для механической обработки деталей, подъёмно-транспортным оборудованием, прессами и ножницами для резки металла, универсальным сварочным и слесарным оборудованием.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

ВКР 5310700-00-21ПЗ

Обмоточный участок. Здесь ремонтируют старые и изготавливают новые обмотки электрических машин, восстанавливают повреждённый обмоточный провод, осуществляют укладку, пропитку и сушку обмоток, производят сборку рабочей схемы соединения обмоток и осуществляют контроль изоляции обмоток в процессе её изготовления и укладки. В отделении окраски проводят отделочные работы и окраску машин после сборки и испытаний.

На этом участке устанавливаются станки для очистки и изолирования проводов, намотки обмоток, резки и формовки изоляции, прессы для формовки катушек из прямоугольного провода, специальные станки для бандажировки обмоток. Участок оснащён инструментом для пайки и сварки проводов, необходимым пропиточным оборудованием и сушильными шкафами. Отделение пропитки и сушки должно иметь хорошую вытяжную вентиляцию. Подъёмно-транспортное оборудование рассчитывается на узлы, имеющие максимальную массу (как правило, это статоры наиболее крупных машин).

Участок комплектации и сборки. Сюда направляются исправные чистые узлы и детали с участка разборки и дефектации, отремонтированные узлы и детали с остальных участков, а также недостающие комплектующие детали. Полный машинокомплект поступает на сборку, где осуществляется поузловая и общая сборка электрических машин. Здесь же производится и балансировка роторов электрических машин.

Участок оснащён практически тем же оборудованием, что и участок разборки (за исключением моечного оборудования и оборудования для удаления обмоток). Кроме того, на участке установлены балансировочные станки.

Испытательная станция. Здесь проводятся послеремонтные испытания электрических машин по соответствующим программам, а также испытания новых конструкций, узлов и деталей, изготовленных в процессе реконструкции или модернизации.

Станция оснащена подъёмно-транспортным оборудованием и испытательными стендаами, включая стенды для высоковольтных испытаний, а также соответствующим защитным оборудованием.

При ремонте электрических машин, помимо Правил ремонта, руководствуются чертежами заводов-изготовителей, чертежами и

технологическими инструкциями. Правила ремонта электрических машин
ВКР 5310700-00-21ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

электроподвижного состава НТ-60 устанавливают объем ремонта электрических машин, их узлов и деталей, нормы допусков и износов, объем и режимы приемо-сдаточных испытаний, методы и способы их проведения с учетом требований ГОСТ 2582—81. Предусматривается выполнение следующих работ:

- разборка машин;
- освидетельствование и ремонт при необходимости электрической части остова с проверкой состояния межкатушечных соединений перемычек и выводных проводов, плотности посадки катушек на сердечниках и компенсационных катушек в их пазах;
- сборка электрических машин, настройка коммутации тяговых двигателей;
- приемо-сдаточные испытания электрических машин на стенде.

Перед началом ремонта двигатели очищают. Затем проверяют состояние двигателя, в том числе измеряют сопротивление его изоляции, активное сопротивление обмоток.

Технические условия ремонта. Отремонтированная машина обеспечивается всеми необходимыми деталями, включая при необходимости соединительные и установочные, а камеры подшипников качения заполняются смазкой. Поверхности корпуса и подшипниковых щитов покрывают краской, а концы валов – консервационной смазкой.

После проведения послеремонтных испытаний ремонтное предприятие должно гарантировать безотказную работу машины в течение одного года при соблюдении условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

Выходные концы обмоток маркируют в соответствии со стандартом, а на корпус машины устанавливают новый щиток с указанием предприятия, проводившего ремонт, даты выпуска из ремонта и технических данных машины в соответствии со стандартами.

На ремонтных предприятиях существуют технологические карты ремонта электрических машин, составленные в виде таблиц, в которых приведены номера и содержание всех технологических операций, технических условий и указаний по проведению ремонта. В них также приводятся данные об оснастке и оборудовании, необходимом для ремонта, и нормы времени на проведение отдельных операций.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

Текущий ремонт. Этот вид ремонта применяется для машин, находящихся в эксплуатации или в резерве, в сроки, установленные графиком ППР. Текущий ремонт проводится на месте установки электрической машины с её остановкой и отключением силами обслуживающего электротехнического персонала.

Если для проведения текущего ремонта требуются специальные сложные приспособления и значительное время, то он проводится силами персонала электроремонтного или специализированного предприятия.

В процессе ремонта выполняют следующие работы:

- чистка наружных поверхностей машины;
- проверка состояния подшипников качения, их промывка и замена (в случае увеличенных радиальных зазоров);
- проверка работы смазочных колец и системы принудительной смазки в подшипниках скольжения;
- осмотр и чистка вентиляционных каналов, обмоток статора и ротора, коллекторов и контактных колец;
- проверка состояния крепления лобовых частей обмоток и бандажей;
- устранение местных повреждений изоляции и выявленных при осмотре дефектов;
- сушка обмоток и покрытие их при необходимости эмалями;
- сборка машины, проверка её работы на холостом ходу и под нагрузкой;
- проведение приёмосдаточных испытаний и сдача в эксплуатацию с соответствующей отметкой в технической документации.

Капитальный ремонт. Этот вид ремонта применяется для машин, находящихся в эксплуатации, в сроки, установленные графиком ППР или по результатам профилактических (после осмотровых) испытаний. Капитальный ремонт проводится для восстановления работоспособности и полного восстановления ресурса электрической машины с восстановлением или заменой всех изношенных или повреждённых узлов и заменой обмоток.

Ремонт машины нецелесообразен, если имеются значительные повреждения механических узлов, которые невозможно устраниить силами ремонтного предприятия.

Типовой объём капитального ремонта включает в себя: операции текущего ремонта; проверку воздушного зазора между статором и ротором

(если конструкция машины позволяет это осуществить); проверку осевого разбега ротора и зазоров между шейкой вала и вкладышем подшипника скольжения (при необходимости проводится перезаливка вкладыша); полную разборку машины и мойку всех механических узлов и деталей, продувку и чистку коллектора, контактных колец, щёточного механизма и неповреждённых изоляционных деталей, дефектацию узлов и деталей; ремонт корпуса, подшипниковых щитов, магнитопроводов (заварка трещин, восстановление резьбовых отверстий, восстановление посадочных мест в корпусе и щитах, удаление замыканий между отдельными листами сердечников статора и ротора, устранение расpushения листов, восстановление прессовки, ремонт выгоревших участков с установлением протезов); ремонт вала (исправление торцовых отверстий, устранение прогиба, восстановление посадочных отверстий и шпоночных канавок); извлечение старых обмоток, изготовление и укладка новых обмоток из круглого провода, ремонт или изготовление новых обмоток из прямоугольного провода и их укладка, сборка и пайка (сварка) электрических схем, пропитка и сушка обмоток, нанесение на лобовые части покровных эмалей; сборка и отделка машины, проведение приёмосдаточных испытаний. При капитальном ремонте производят замену подшипников качения, выработавших свой ресурс (вне зависимости от их состояния).

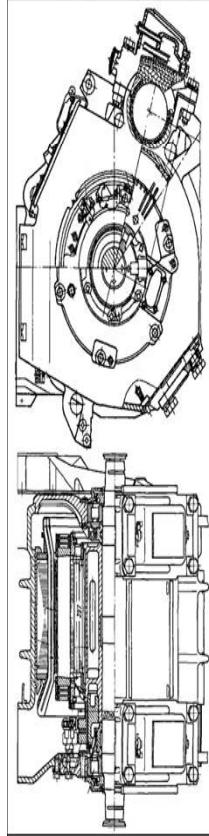
Решение об использовании подшипников, не выработавших свой ресурс, принимается после их дефектации. При этом следует помнить, что ущерб от возможного отказа подшипника и связанного с этим отказа (остановки) двигателя существенно больше стоимости самого подшипника. Обмотки из круглого провода и низковольтные обмотки из прямоугольного провода при ремонте, как правило, повторно не используют, поскольку извлечь такой провод без повреждения практически невозможно. После извлечения они передаются на переплавку. Высоковольтные обмотки из прямоугольного провода могут использоваться повторно после замены витковой и корпусной изоляции.

Перечень основных инструментов используемых при ремонте: отвёртки слесарно-монтажные с пластмассовой ручкой, стержнем круглого сечения. Толщина лезвия: 0,4; 0,8; 1,6 мм. Длина соответственно 125, 200, 320 мм; плоскогубцы длиной 175 мм; плоскогубцы комбинированные, длина 200 мм; ключи гаечные с открытыми зёвами. С размерами зевов (в мм): 8-10, 10-12, 12-14, 17-22, 19-22, 22-24, 27-32, 32-36, 36-41, 41-46, 46-50, 55-60, 56, 60, 65, 65-70, 75, 75-80; ключи гаечные торцевые (в мм): 10, 12, 14, 17, 22, 27, 36, 70; гайковёрт для буks (шапок) тягового электродвигателя; газовый ключ

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

№ 4 и 5; напильники плоские типа А. длина рабочей части: 400, 315, 160 и 125 мм с насечкой № 1, № 2, № 3 по каждому размеру; надфили плоские тупоносые. Длина рабочей части: 315, 60 и 100 мм с насечкой № 1, № 2, № 3 по каждому размеру; надфили круглые. Длина рабочей части 80 мм с насечкой № 1, № 2, № 3; линейки измерительные 300, 500, 1000 мм; штангенглубиномер; штангенциркуль ШЦ – 1 0-125; штангенциркуль ШЦ – 1 0-200; штангенциркуль ШЦ – 1 0-500; ломик (500-1000 мм); бородок; зубило слесарное, ширина рабочей части 16 и 20 мм; кернера. Диаметр рабочей части 3,2; 4; 6,3 мм; шабер; переносная лампа (ручной фонарь); ножовка с полотнами; ножницы ручные; щётки волосяные; щётки капроновые; щётки металлические; щупы пластинчатые № 2 и 3.

2.5. Технологическая карта ремонта



Номер пункта	Наименование и содержание операции	Оборудование	Оснастка	Количество изгото- ленных деталей	Размеры работы	Тип	Номер карты	
							Код заказа	Код-кво- заказа
1	Транспортная.	кран	крепления	1	4	1,62	2,76	
	Транспортировать и установить							
	Испытать на электрическую прочность.			1	4	0,50	0,85	
	Слесарная	ключ, молоток		1	4	0,50	0,85	
	Разборка АДГ гидравлическим съёмником	зубило, шабер	штанген-циркуль	1	5	0,50	0,85	
	Отремонтировать статор.							
	Вставить в каждый паз статора на дно прокладки (48 шт).							
	Прокладки должны выступать с каждой стороны паза на 10 мм, коробочка пазовая на 15 мм.	стенд, приспособления		1	5	0,50	0,85	
	2 Соединение катушечных групп в фазную обмотку	гил.		1	5	1,50	2,50	
	Секции концами обтирачными на бородок, отвертка	ключ, молоток,		1	4	0,50	0,85	
	10 мм от лобовых частей. Выровнять выводы начал концов секций на 130 мм от лобовых	ключ, отвертка		1	5	2,50	4,25	
	частей. Соединить выводные концы по группам, количество секций в группе 4,4,4 и тд.	ключ, молоток		1	5	0,50	0,85	
	Место соединения соединить скрепит гильзами.	приспособление		1	4	2,50	4,25	
3	Паяльная.			1	4	1,00	1,70	
	Пропаять место соединения припоеем.			1	4	2,30	3,90	
4	Ремонт сердечника статора с выпрессовкой и переборкой листов.	ключ 14-17, отвертка		1	5	1,00	1,70	
		ключ 14-17, отвертка		1	4	1,00	1,70	
5	Дефектировка.	ключ, молоток, бородол						
	Осмотреть пакет железа статора.							
6	Слесарная.							
	Негодные листы пакета заменить новыми.							
7	Сборка статора не обмотанного.							
	Установить оправку на пакет статора и опрессовать давлением 10-16 т.							

из	лист	документ	Подпись	Дата
Выпускник:		Эрматов Н.Х.		
Руководитель:		Туйчиева М.Н.		
Зав.кафедрой		Бердиев У.Т.		

Технологическая карта ремонта

ВКР 5310700-00-21ПЗ

ТашИИТ ЕМ-575

лит	лист	листов

2.5. Усовершенствование технологии ремонта асинхронных двигателей

Электрические перегрузки на элементах системы распределения электроэнергии зависят от характера нагрузки и режимов ее работы у потребителя. Основной нагрузкой является электропривод с асинхронными двигателями, который потребляет более 80% вырабатываемой энергии.

Энергоэффективность асинхронных двигателей закладывается на этапе проектирования и отвечает уровню техники, достигнутому на момент проектирования. Значительная часть эксплуатируемого парка двигателей имеет возраст 30 и более лет, и спроектированы они исходя из уровня техники второй половины прошлого века. На их производство затрачены и продолжают тратиться колоссальные ресурсы. В ходе эксплуатации асинхронные двигатели, из-за нарушения правил эксплуатации и старения изоляции, отказывают и попадают в ремонт. Отремонтированные асинхронные двигатели образуют вторичный рынок. С точки зрения ресурсосбережения их выгодней отремонтировать, а не пополнять ими вторичный рынок металлов. С точки зрения сетевой компании необходимо при ремонте асинхронного двигателя увеличить его КПД до паспортного значения, а ещё лучше увеличить КПД в диапазоне нагрузок.

Предлагается метод повышения энергоэффективности асинхронных двигателей в диапазоне нагрузок при их капитальном ремонте. Увеличение КПД выше паспортных значений в диапазоне нагрузок и уменьшить реактивную мощность.

В настоящее время в мировой практике электрических компаний формируется новое направление мероприятий по обеспечения надежности электросетей и устойчивости энергоснабжения. Это сертифицированное управление качеством ремонта вторичного рынка асинхронных двигателей, энергоэффективность.

Последнее десятилетие отмечено увеличением применения серийных АД в частотно-регулируемом приводе (ЧРП) в механизмах с переменной производительностью. Высокочастотная коммутация в преобразователях частоты (ПЧ) обуславливает появление подшипниковых токов в АД. Их вредные последствия изучены не до конца, а способы борьбы с ними (вплоть до отказа от металлических подшипников) требуют исследований. Выходное трехфазное напряжение большинства преобразователей частоты (ПЧ) формируется путем широтно-импульсной модуляции. Это приводит к воздействию на межвитковую и межфазовую изоляцию электродвигателя

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21П3	Лист

импульсных напряжений, амплитуда которых превышает амплитуду основной частоты выходного напряжения. Для устранения преждевременного старения изоляции и снижения срока службы обмотки требуется введение в состав ПЧ специальных фильтров. Такой шаг приводит к снижению результирующего КПД преобразования энергии и увеличивает стоимость ПЧ. Другой путь – модернизация обмоток статора АД.

Предлагаемая инновационная технология ремонта вселяет в старое железо асинхронного двигателя новую энергоэффективную жизнь в широком диапазоне нагрузок и энергосберегающее долголетие. Физическая сущность предложения вытекает из того, что в зависимости от схемы подключения трехфазной нагрузки к трехфазной сети (звезда или треугольник) можно получить две системы токов, образующих между векторами индукции магнитных потоков угол в 30 электрических градусов. Соответственно, к трехфазной сети можно подключить электродвигатель, имеющий не трехфазную обмотку, а шестифазную. При этом часть обмотки должна быть включена в звезду, а часть в треугольник и результирующие вектора индукции полюсов одноименных фаз звезды и треугольника должны образовывать между собой угол в 30 электрических градусов.

Технология позволяет после ремонта серийного асинхронного двигателя иметь следующие параметры:

- меньший потребляемый ток – на 20...35% (в зависимости от режима);
- более высокий пусковой момент – на 35%;
- меньшие пусковые токи – на 35%;
- больший минимальный момент – на 35%;
- больший максимальный момент – на 10%;
- имеют возможность эксплуатации как в режиме работы S1, так и в режиме работы S3;
- улучшены вибро-шумовые характеристики, в среднем уровень звука ниже на 5 дБ;
- КПД и cosφ, близкий к номинальному в диапазоне нагрузок от 30 до 140%;
- большая перегрузочная способность;

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21П3	Лист

- высокие рекуперационные возможности.

В ходе ремонта асинхронных двигателей (для повышения его энергоэффективности) могут быть использованы следующие мероприятия:

- повышение коэффициента заполнения паза медью. Например, использование современных более тонких изоляционных материалов для пазовой изоляции. Использование проводов с более тонкой изоляцией. Подбор и комбинация сечений проводов, дающих максимальное заполнение паза;
- технические решения, препятствующие протеканию поперечных токов через подшипники, щиты, корпус двигателя и вал;
- применение современных подшипников и смазок для них;
- замена «вентиляторов» более эффективными, замена крышек внешних вентиляторов крышками с меньшим аэродинамическим сопротивлением;
- применение для лобовых частей компаундов с высокой теплопроводностью;
- установка магнитных клиньев;
- перевод схем на максимальное число параллельных соединений полюсов;
- применение пропиточных лаков с высокой теплопроводностью;
- использование проводниковых материалов из медных «сплавов» с низким температурным коэффициентом сопротивления;
- снижение переходных сопротивлений на соединениях.

Внедрение данного вида ремонта позволит:

- с относительно минимальными финансовыми затратами обеспечить устойчивость энергосистемы (АД с этой обмоткой устойчиво работают при более низких провалах напряжения, а перемотанные по этой технологии статоры генераторов позволяют повысить запас по генерируемой мощности при значительном снижении расхода первичного энергоносителя (воды, топлива и т.п.);
- повысить надежность элементов сети распределения электрической мощности;

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- получить экономию энергии на установочной мощности;
- разработать эффективный электропривод для электротранспорта;
- повысить эффективность генераторов и качество электрической энергии в сетях.

Опираясь на исследования зарубежных специалистов можно рассмотреть следующие сопоставления основных измеренных и рассчитанных параметров стандартных и предлагаемых (модернизированных) электродвигателей.

Таблица 2.2

Сводная таблица основных параметров стандартного и модернизированного электродвигателей

Показатель	Стандартный	Модерн.	Разница	Примечание
1	2	3	4	5
Сопротивление фазы (среднее значение). Ом	0,146	0.151		Измерение
Параметры пускового режима				
Пусковой ток. А	323	273	-15%	Измерение
Кратность пускового тока. о.е.	5.0	4.3	-15%	Измерение
Время пуска, сек	0.55	0.56	2%	Измерение
Начальный пусковой момент $M_{пуск}$ кН*м	0,37	0.4	8%	Расчет
Критический момент $M_{кр}$, кН*м	0.86	0.86	0%	Расчет
Критическое скольжение $S_{кр}$ о.е.	21.3	23.8	12%	Расчет
Жесткость рабочего участка β , кН*м*сек	51.6	46.8	-9%	Расчет
Параметры режима холостого хода				
Среднее значение тока ХХ, А	22	18.8	-15%	Измерение
Активная мощность ХХ, кВт	3.3	2	-39%	Измерение
Реактивная мощность ХХ,	26.6	21.7	-18%	Измерение
Полная мощность ХХ, кВА	26.8	21.8	-19%	Измерение
Коэффициент мощности ХХ,	0.12	0.09	-25%	Расчет
Сумма потерь в стали и механических потерь, кВт	3.1	1.8	-40%	Расчет
Прогнозируемые параметры номинального режима				
Коэффициент полезного действия $\eta_{ном}$, %	90%	92%	2%	Расчет
Коэффициент мощности $\cos\phi_{ном}$, о.е.	0,89	0,90	1%	Расчет

Скольжение $S_{\text{ном}}$, о.е.	0,025	0,03	20%	Расчет
Ток статора $I_{\text{ном}}$, А	60,2	56,3	-6%	Расчет
Параметры рабочего режима (эксперимент)				
Среднее по фазам значение тока статора, А	76,0	70,0	-8%	Измерение
Активная мощность, кВт	62,0	60,0	-3%	Измерение
Реактивная мощность, кВАр	38,0	30,0	-21%	Измерение
Полная мощность, кВА	72,7	67,1	-8%	Измерение
Коэффициент мощности, о.е.	0,85	0,89	5%	Расчет
Потери в меди статора, кВт	2,5	2,2	-12%	Расчет
Потери в меди ротора, кВт	1,4	1,0	-28%	Расчет
Сумма потерь в стали и механических, кВт	3,1	1,8	-42%	Расчет
Суммарные потери, кВт	7,0	5,0	-29%	Расчет
КПД, %	89%	92%	3%	Расчет
Мощность на валу, кВт	55,0	55,0	0%	Измерение
Спектральные характеристики пульсации активной мощности при номинальной нагрузке (эксперимент)				
Двойной размах колебаний активной мощности $\sim P$, кВт	6,2	4	-35%	Расчет
Составляющие с частотой ниже оборотной	0,83	0,69	-17%	
Гармоника 100 Гц, кВт	2,55	1,31	-49%	Расчет
Гармоника 200 Гц, кВт	0,26	0,3	15%	Расчет
Гармоника 300 Гц, кВт	0,5	0,39	-22%	Расчет
Спектральная плотность мощности пульсаций в диапазоне до 1000 Гц, кВт	2,84	1,69	-40%	Расчет

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					ВКР 5310700-00-21ПЗ

3. Технико-экономический расчет

3.1. Расчёт экономических показателей работы работников электромашинного цеха

В условиях рыночной экономики возрастают требования к наиболее экономному расходованию трудовых, материальных, топливно-энергетических и денежных ресурсов, повышению эффективности использования технического потенциала.

В связи с этим необходимо добиваться обоснованных решений по оптимизации технико-экономических показателей работы проектируемого или реконструируемого объекта. В этих целях осуществляются расчеты основных технико-экономических показателей конкретного объекта, сравнение их величин с базисными в целях реализации оптимального проектного решения.

В экономической части выпускной квалификационной работы рассчитываются следующие технико-экономические показатели работы работников электромашинного цеха:

- штат работников;
- производительность труда;
- эксплуатационные (текущие) расходы;
- фонд оплаты труда работников и отчисление на социальное страхование;
- затраты на материалы, топлива, электроэнергию;
- расходы по амортизации основных фондов;
- прочие затраты.

3.2 Расчет годовой программы ремонта

Годовая программа участка принимается в объеме подъемочного ремонта ТР-3, ТР-4 всего: вспомогательных электрических машин по сериям в количестве 210 штук согласно планового задание на 2016 год.

					ВКР 5310700-00-21ПЗ		
ИЗ	ЛИСТ	ДОКУМ	Подпись	Дата			
Выпускник:	Эрматов Н.Х.				Технико-экономический расчет. Расчёт экономических показателей работы работников	ЛИТ	ЛИСТ
Руководитель:	Туйчиева М.Т.						
Консультант:	Расурова Г.Ф.						
Зав.кафедрой	Бердиев У.Т.					ТашИИТ ЕМ-575	

3.3 Определение численности работников

Контингент производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{аг}}^{pa\delta} = T/H_{\text{нм}} * 12 * K_{no}, \text{чел}$$

где $R_{яв}^{раб}$ - явочная численность производственных рабочих, чел.

Т- общая трудоемкость работ, чел/час.

H_{нм}- месячная норма рабочих часов 169,5 ч.

K_{no} - коэффициент учитывающий рост производительности труда, I,08.

Общая трудоёмкость выполняемых работ определяется умножением трудоемкости единицы ремонта на объем работы (программу ремонта цеха или участка) по формуле:

$T = T_{e\partial} * N_2$, чел/час

где T_{ed} —трудоёмкость единицы ремонта 566 чел./час;

N_z – годовая программа цеха $N_z = 210$ электровозов.

$$T=566 * 210 = 118860 \text{ чел./час}$$

Тогда контингент производственных рабочих составит:

$R_{\text{яч}}^{pab} = 118860 / 169, 5 * 12 * 1, 08 = 54 \text{ чел}$

Рассчитанный контингент рабочих распределяется по профессиям и квалификационному признаку. Дополнительно рассчитывается штат работников по обслуживанию производства и его управлению. Контингент работников по обслуживание производства и его управлению составляет 20% от производственного штата.

$$0,2 \cdot 54 = 10 \text{ чел.}$$

В настоящий момент контингент работников по обслуживание производства и его управлению составляет 21 человек.

3.4 Расчет производительности труда

Производительность труда работников участка рассчитывается умножением годового объема ремонтных работ в единицах на списочную численность работников:

$$\Pi_T = N_e / R_{\text{gas}}^{pa\delta} * K_{param} + R_{\text{gas}}^{oy}$$

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	ВКР 5310700-00-21ПЗ	<i>Лис</i>
------------	-------------	-----------------	--------------	-------------	----------------------------	------------

где $K_{\text{рам}}$ -коэффициент учитывающий дополнительную потребность производственных рабочих для замещения больных и т.д. $K_{\text{рам}} = 1.08$. ; $R_{\text{раб}}^{\text{оу}}$ - штат работников по обслуживанию производства и его управления.

$$P_t = 210/54 * 1,08 + 10 = 3,07 \text{ ед/чел}$$

3.5 Определение эксплуатационных (текущих) расходов

Эксплуатационные расходы рассчитываются по элементам затрат в соответствии с номенклатурой расходов но основной деятельности железной дороги. В состав текущих расходов входит: затраты на оплату труда, отчисления на социальное страхование, затраты на материалы, электроэнергию, амортизационные отчисления и прочие расходы.

3.6 Расчет годового фонда оплаты труда (Сфот)

Годовой фонд оплаты труда (Сфот) определяется умножением среднемесячной заработной платы работника на их штат и величину планового периода (12 месяцев).

Различают номинальную и реальную заработную плату. Заработка плата, исчисляемая количеством денежных единиц, выдаваемых работникам за их труд, является номинальной. Заработка плата работников в локомотивном хозяйстве железных дорог, как и в других хозяйствах и отраслях, должна заинтересовывать их в повышении производительности труда, улучшении качества и снижении себестоимости продукции, в улучшении использования производственных фондов и росте квалификации. Оплата труда всех групп и категорий в основном производится из фонда заработной платы и дополнительно в виде премий - из фонда заработной платы (для рабочих) и фонда материального поощрения.

Для того чтобы заработка плата в наибольшей мере соответствовала условиям и характеру работы, применяют различные формы и системы оплаты. Оплата труда может быть повременной, т.е. за проработанное время, и сдельной - за количество выработанной продукции. Повременная форма может применяться для всех, сдельная - для тех групп работников, продукцию которых можно учитывать, можно установить нормы выработки,

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

и выполнение их зависит от исполнителей. Каждая форма оплаты труда имеет несколько систем. В локомотивном хозяйстве железных дорог применяют повременную, повременно-премиальную и сдельно-премиальную.

По временной системе, когда заработную плату определяют умножением установленной часовой ставки на количество часов работы или размером месячной ставки, у работников не создается заинтересованности в увеличении выработки, улучшении качества продукции и снижении себестоимости. Повременную систему оплаты труда применяют в ряде локомотивных депо для оплаты труда части подсобных рабочих и уборщиц, раздатчиков инструментов, сторожей и некоторых других работников.

Стимулы к повышению производительности труда и улучшению качества продукции создаются при повременно-премиальной системе за счет премий. Повременно-премиальная система работников и служащих и частично для рабочих, где невозможно или не целесообразно применение сдельной системы (например, для локомотивных бригад и пассажирском движении).

При сдельно-премиальной системе основную заработную плату определяют по расценкам за единицу продукции на весь выполненный размер продукции (или работы). Сдельно-премиальную систему применяют для рабочих комплексных и специализированных бригад и групп, занятых ремонтом локомотивов (слесари по ремонту подвижного состава и некоторых движениях).

В основу систем заработной платы положены тарифная ставка и система должностных окладов, которые устанавливаются правительством. В заинтересованности работников в повышении производительности труда и эффективности произволе та, и улучшении качества работы большое значение имеет премиальная система для установления порядка выплаты премий и ее размера. Для выполнения и перевыполнения конкретных показателей работы в каждом локомотивном депо. В состав среднемесячной заработной платы включаются тарифная ставка, премии, надбавки и доплаты.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

Таблица 3.1.

Фонд оплаты труда работников цеха ТО-3, ТР-1 и ТР-1р

№	Должность	Раз-д	Кол-во	Тарифная ставка, сум	Премии 25%	Итого, сум	Годовой фонд оплаты труда, тыс. сум
1	Старший мастер	7	1	851907	212976,7	1064883,7	12778,604
2	Мастер	6	1	827838	206959,5	1034797,5	12417,570
3	Дефектоскопист	4	2	1479599,4	369899,8	1849499	22193,991
4	уборщицы	2	2	1101750	275437,5	1377187,5	16526,250
5	Машинист мостового крана	5	2	1581435	395358,7	1976793,7	23721,525
6	Слесарь	2	18	44070000	11017500	55087500	661050,000
7	Слесарь	3	11	6691690,5	1672522,6	8364613	100375,375
8	Слесарь	4	11	7784287,5	1946071,8	9730359	116764,312
9	Слесарь	5	10	19386562,5	4846640	24233202,5	290798,430
10	Слесарь	6	4	3293046	823261	4116307	49395,690
11	Сварщик	4	1	739799,7	184949	924749,6	11096,995
12	Токарь	4	1	739799,7	184949	924749,6	11096,995

Всего 1328215,737

Годовой фонд оплаты труда работников с учетом фонда оплаты труда МОП составит:

$$\Gamma_{\text{фот}} = \Gamma_{\text{фотТир.раб}} * 1,2 = 1328215,737 * 1,2 = 1593858,884 \text{ тыс.сум}$$

Определение отчислений на социальное страхование.

Отчисления на социальное страхование рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{отч}} = C_{\text{фот}} * 0,25 = 1593858,884 * 0,25 = 398464,721 \text{ тыс.сум}$$

где $C_{\text{фот}}$ - общий фонд оплаты труда;

0,25 -доля отчислений средств на социальное страхование.

3.7 Расчет расходов на материалы

Затраты денежных средств на материальные ресурсы определяется умножением удельной нормы расходы материалов в стоимостном выражении (C_m) на объем продукции (N_r)

$$C_{\text{мат}} = E * C_m * N_r = 1761633,17 * 0,5 * 210 = 184971,482 \text{ тыс.сум}$$

где Е – стоимость ремонта 1 – ой ТЭД 155 тыс.сум

Расчет расходов на электроэнергию

Расходы на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_e = \Pi_e * A_e * N_r = 155 * 135 * 210 = 4394250 \text{ тыс.сум}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКР 5310700-00-21П3	Лис

где Π_0 -цена 1 кВт/ч электроэнергии, 155 сум;
 A_0 -норма расхода электроэнергии на единицу ремонта
 N_r – годовая программа. Годовая программа участка принимается 210 ед ТЭД электровозов.

3.8. Определение амортизационных отчислений

Расходы от амортизации основных фондов рассчитывается в зависимости от их балансовой стоимости и норм отчислений на возобновление основных фондов.

Общая балансовая стоимость оборудования цеха составляет 1425325 тыс.сум,

$$C_a = 1425325 * 0,072 = 102623,4 \text{ тыс.сум}$$

3.9. Определение прочих расходов

Прочие расходы по участку рассчитывается в соответствии с номенклатурой расходов по видам работ.

Прочие расходы приняты в размере 2% от ФОТ производственных рабочих.

$$C_{пр} = 1593858,884 * 0,02 = 31877,177 \text{ тыс.сум}$$

3.10. Расчет общей суммы эксплуатационных расходов

Указанные расходы определяются по формуле:

$$C_0 = C_{ФОТ} + C_{отн} + C_m + C_o + C_a + C_{пр} \text{тыс.сум}$$

$$C_0 = 1593858,884 + 398464,721 + 184971,482 + 4394250 + 102623 + 31877,177 \\ = 6706045,264 \text{ тыс. Сум}$$

3.11. Определение себестоимости и расчетной цены продукции участка

Себестоимость единицы ремонта (C) рассчитывается делением суммы годовых текущих расходов C_0 по объем годовой программа (N_r):

$$C = C_0 : N_r = 6706045,264 : 210 = 31933,548 \text{ тыс.сум}$$

Расчетная цена учитывает кроме полной себестоимости и удельную прибыль (Π), величина которой берется в размере 20% от себестоимости:

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

$$\Pi = 0,2 \cdot C = 0,2 * 31933,548 = 6386,709 \text{ тыс.сум}$$

Таким образом расчетная цена составит: .

$$P_{\text{ц}} = C + \Pi = 31933,548 + 6386,709 = 38320,257 \text{ тыс.сум}$$

3.12 Расчет доходов (D), прибыли (Π) и рентабельности (R) цеха

Величина доходов цеха определяется умножением расчетной цены ($P_{\text{ц}}$) на годовую программу (N_g)

$$D = P * N = 38320,257 * 210 = 8047254132 \text{ тыс.сум}$$

Расчётная прибыль (Π_p) вычисляется по формуле:

$$\Pi_p = D - C_o = 8047254,132 - 6706045,264 = 1341208,868 \text{ тыс.сум}$$

Рентабельность участка по текущим расходам определяется следующим образом:

$$R_C = \Pi_p * 100 / C_o = 1341208,868 / 6706045,264 = 20 \%$$

Полученные результаты выше произведенных расчетов свидетельствуют о том, что электромашинный цех работает прибыльно и рентабельно. Следовательно, можно прийти к выводу, что запланированное мероприятие является эффективным.

3.13 Фонд заработной платы

Размеры премий, выплачиваемых рабочим и работникам других категорий из фонда заработной платы, не должны превышать 40% месячного тарифного или сдельного заработка. Инженерно-техническим работникам и служащим, премирование которых производится из фондов заработной платы и материального поощрения, размеры премий не должны превышать 50-60% месячного должностного оклада,

Премирование может производиться за выполнение и перевыполнение количественных (учитывающих объем продукции) и за улучшение качественных показателей, К основным качественным показателям в локомотивном хозяйстве относятся улучшение использования локомотивов, электро- и дизель - поездов, улучшение качестве и ускорение их ремонта, обслуживания и экипировки, повышение производительности труда, снижение себестоимости продукции и др. премирование за

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

выполнение и перевыполнение количественных показателей должно производится при условии выполнения плановых качественных показателей; премирование за улучшение качественных - при условии выполнения количественных показателей. Премирование осуществляется, как правило, по результатам работы за месяц, а руководящих работников - по итогам работы за месяц или квартал.

Премии могут выдаваться за индивидуальные и коллективные результаты работы. При премировании за коллективные результаты работы каждому рабочему начисляется премия пропорционально его заработной плате с учетом личного права на премию, для чего широко применяется балльная система.

В тех случаях, когда нарушаются условия премирования, премия может быть уменьшена до 50% или совсем не выплачивается. Неиспользованный в данном периоде премиальный фонд может быть использован в следующем периоде после устранения имеющихся недостатков.

Выплата премий оформляется приказом по заводу на основании представления мастера или других руководителей, генеральному директору депо по согласованию с профсоюзной организацией предоставляется право лишать работников премии полностью или частично по представлении мастерами и другими руководителями за нарушение технологических инструкций, за необеспечение безопасности движения поездов, допущение случаев производственного травматизма.

Сверхурочная работа оплачивается за первые 2 ч в полуторном размере, а за последующие – в двойном.

Время простоя не по вине работника оплачивается в размере 50% тарифной ставки рабочего повременщика.

Работа в праздничные и выходные оплачивается в двойном размере. За часы ночной работы (от 22 до 6 ч) производится доплата к основной из расчета 35% часовой ставки за каждый час работы.

3.14 Тарифная система

Ном посл	Лист посл	№ докум. посл	Подп. посл	Дата посл	БКР 5310700-00-21ПЗ	Лист посл

Тарифная система - комплекс правил для определения размера заработной платы работникам. Состоит она из тарифной сетки, тарифных ставок и тарифно-квалификационных справочников.

В тарифной сетке указываются часовые тарифные ставки работникам шести разрядов, установленных для рабочих железнодорожного транспорта, условия работы и применяемые системы оплаты. Тарифные ставки для каждой группы рабочих с определенными условиями труда дифференцируются в зависимости от разряда. Размер ставок увеличивается от первого к шестому разряду.

Тарифные ставки, применяемые при повременной системе оплаты, ниже (примерно на 7%), чем ставки для работников той же квалификации, но оплачиваемые по сдельной системе. Такое различие в тарифных ставках объясняется тем, что труд сдельщиков более интенсивен, чем труд повременщиков. Разряд рабочих характеризует их квалификацию и устанавливается на основе тарифно-квалификационных справочников в результате проведения испытания.

В тарифно-квалификационных справочниках по каждой специальности дается подробная характеристика работ, что должен быть работник этой профессии, и примеры работ, используемых для присвоения рабочему того или иного разряда.

4. ОХРАНА ТРУДА

4.1. Принципы пожаров в производственных зданиях

Несмотря на большой успех в борьбе с пожарами, общее количество пожаров и убытки от них на железнодорожном транспорте пока еще велики. Поэтому основным и решающим методом в борьбе с пожарами является надлежащая организация пожарно-профилактической работы по ликвидации причин возникновения пожаров. Для этого необходимо проводить систематическое тщательное изучение и анализ причин пожаров, произошедших на объектах и в подвижном составе железнодорожного транспорта, находить, разрабатывать и внедрять наиболее эффективные средства и методы предупреждения пожаров, средства и способы современного обнаружения и ликвидации их в кратчайшие сроки.

Причины пожаров в производственных зданиях, служебных и складских помещениях, помещениях ОРСов, жилых домах и др. железнодорожного транспорта в основном такие же, как и во всех других отраслях народного хозяйства. К ним относятся:

неосторожное обращение с огнем при проведении электросварочных работ, работ с паяльными лампами, применение местных нагревательных приборов и устройств, недосмотр за приборами отопления при эксплуатации, курение в неподтвержденных местах и т.д.;

неисправность электрооборудования, электрических сетей, электробытовых приборов, нарушение правил пользования ими;

неисправность печей, дымоходов, устройств, работающих на газовом топливе, производственного оборудования, нарушение технологического процесса, несоблюдение правил пожарной безопасности при их устройстве, содержании и эксплуатации ;

Из	Лист	Документ	Подпись	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ		
Выпускник:	самовозгорание	и т.д.	Эрматов Н.Х.		самовоспламенение горючих веществ		
Руководитель:	Документы и тяжелые тряпки и других материалов				ОХРАНА ТРУДА	лит	лист
Консультант:	Криворучко Б.В.				расчет сил и средств для тушения	листов	
Из	Лист	Документ	Подпись	Дата	пожар в производственном помещении	БКР 5310700-00-21ПЗ	ГашИИТ ЕМ-575

загорание материалов вследствие грозовых разрядов, статического электричества;

умышленные поджоги, шалость детей и др.

4.2. Расчет сил и средств для тушения пожара , возникшего в производственном помещении

1. Определим путь (L), пройденный фронтом пламени за время свободного пожара ($\tau_{\text{св}}=14$ мин). Так как время свободного развития пожара более 10 мин, расчеты будем производить по формулам, предназначенным для расчета площади пожара при $\tau_{\text{св}}>10$ мин;

$$L\tau=14 \text{ мин} = 5V_l + V_l \cdot \tau_2 = 5 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot 4,0 = 13,5 \text{ м},$$

где V_l – линейная скорость распространения фронта пламени (пожара), равная 1,5 м/мин согласно условию задачи;

$$\tau_2=\tau_{\text{св}} - 10 = 14-10=4 \text{ мин.}$$

Поскольку по условию задачи первоначальный очаг пожара принят точечным и расположен в центре помещения, а пожарная нагрузка однородная и равномерно размещена по площади пола помещения, фронт пожара с момента его возникновения будет перемещаться по пожарной нагрузке с одинаковой скоростью во всех направлениях до момента достижения продольных стен помещения ($L \leq 10$ м; см. рис. 4.1.).

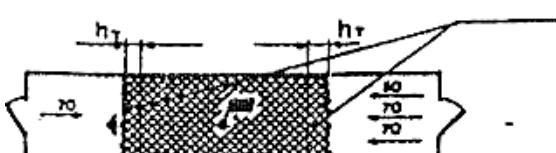
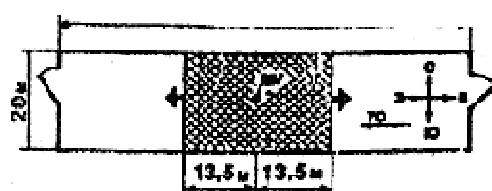


Рис. 4.1. Фронт пожара

При этом площадь пожара будет иметь круговую форму. После достижения фронтом пожара продольных стен помещения (для условия данной задачи $L=10$ м) последние будут оказывать влияние на геометрическую форму пожара. В рассматриваемом случае пожар переходит из кругового в прямоугольный с двухсторонним направлением распространения (в восточном и западном направлениях).

Так, на расчетной 14-й мин фронт пожара распространяется из первоначального очага на расстояние 13,5 м ($L^{\tau=14\text{мин}} = 13,5$ м), что больше расстояния до продольных стен помещения ($L=10$ м). Следовательно, площадь пожара в этот момент времени будет иметь прямоугольную форму. Площадь пожара на 14-й мин может быть рассчитана по формуле:

$$S_n^{\tau=14\text{мин}} = n \cdot L\tau = 14 \text{ мин} \cdot a = 2 \cdot 13,5 \cdot 20 = 540 \text{ м}^2.$$

где a - ширина помещения, м;

n - количество направлений распространения пожара при двухстороннем распространении $n=2$.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

2. Определим возможность локализации пожара первым подразделением, подавшим на 14-й мин пожара один ствол РС-70 (с диаметром насадки 19 мм, $q_{ств}=7,0$ л/с) с восточной стороны помещения.

Известно, что основным условием локализации пожара является равенство фактического расхода воды (т. е. подаваемого на тушение пожарными подразделениями) требуемому (расчетному) в определенный момент времени развития пожара или превышение фактического расхода над требуемым:

$$Q_{\phi}^B(\tau) \geq Q_{tp}^B(\tau).$$

Фактический расход воды, поданный на тушение пожара на 14-й мин, согласно условию задачи составляет 7,0 л/с ($Q_{tp}^{\tau=14\text{мин}}=7,0$ л/с). Определим требуемый расход. В связи с тем, что на 14-й мин пожар имеет прямоугольную форму и двухстороннее распространение, локализацию пожара осуществляют по фронту распространения, т. е. через входы с восточной и западной сторон. Требуемый для локализации пожара расход воды определим по следующей формуле:

$$Q_{tp}^{\tau=14\text{мин}} = n \cdot a \cdot h_T \cdot I_{tp} = 2 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 0,15 = 30 \text{ л/с}.$$

где n – количество направлений распространения пожара, в данном случае $n=2$;

a – ширина помещения, согласно условию задачи составляет 20 м;

h_T – глубина тушения, для ручных стволов принимается равной 5 м, а для лафетных – 10 м;

I_{tp} – требуемая интенсивность подачи воды, данная в условии задачи, 0,15 л/с · м².

На основании выполненных расчетов и сравнения значений фактического и требуемого расходов на 14-й мин может сделать вывод, что

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист
-----	------	----------	-------	------	---------------------	------

пожарные подразделения не могут локализовать пожар в этот момент времени, так как фактически расход меньше требуемого:

$$Q_{\phi}^{\tau=14\text{мин}} < Q_{\text{тр}}^{\tau=14\text{мин}}.$$

$$7 \text{ л/с} < 30 \text{ л/с.}$$

Из рис. нетрудно заметить, что, начиная с 14-й мин пожара и далее, вплоть до момента его локализации, значения площади тушения на восточном и западном направлениях будут равны и иметь постоянное значение. Следовательно, будут равны и требуемые расходы воды для ограничения распространения пожара на этих направлениях.

Таким образом, при $\tau > 14\text{мин}$ $Q_{\text{тр}}^{\text{вост}}(\tau) = Q_{\text{тр}}^{\text{зап}}(\tau) = \text{const}$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{вост}} = Q_{\text{тр}}^{\text{зап}} = S_{\text{т}} \cdot I_{\text{тр}} = a \cdot h_{\text{т}} \cdot I_{\text{тр}} = 20 \cdot 5 \cdot 0,15 = 15 \text{ л/с.}$$

А значение требуемого расхода воды для локализации пожара, начиная с этого момента времени, будет иметь также постоянное значение - 30 л/с.

Из сравнения значения фактического расхода воды, поданного на 14-й мин-е восточной стороны помещения и, ($Q_{\phi}^{\text{вост}} = 7,0 \text{ л/с}$), с требуемым расходом воды для ограничения распространения пожара в восточном направлении ($Q_{\text{тр}}^{\text{вост}} = 15,0 \text{ л/с}$) делаем вывод, что поданным на 14-й мин стволом РС-70 ($d_h = 19 \text{ мм}$) пожарное подразделение не может осуществить не только локализацию пожара, но и ограничение его распространения с направления подачи ствола. Следовательно, после введения первого ствола ($\tau = 14 \text{ мин}$) пожар будет распространяться в восточном и западном направлениях, но в соответствии с принятым в пожарно-технической литературе допущением, после введения первого ствола при $Q_{\phi}(\tau) < Q_{\text{тр}}(\tau)$ линейная скорость распространения пожара будет составлять 50% от табличного значения ($V_{\text{л}} = 0,5 V_{\text{л}}^{\text{табл}}$) вплоть до момента его локализации, при котором $V_{\text{л}} = 0$.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

3. Поскольку после 14-й мни пожара его площадь имеет форму прямоугольника с двухсторонним направлением (см. рис.) и такой характер он будет иметь вплоть до охвата всей площади помещения, если не будут ранее выполнены условия локализации, мы можем пропустить все промежуточные расчеты и, обратившись к условию задачи, определить момент ограничения распространения пожара на одном из направлений и момент локализации. То есть необходимо проанализировать изменение фактических расходов воды по времени и направлениям распространения пожара и сравнить их с требуемым расходом, значение которого вычислено выше.

Нетрудно заметить, что сначала произойдет ограничение распространения пожара на восточном направлении на 21-й мин, так как в этот момент времени с восточного направления будет подано 2 ствола РС-70 и один ствол РС-50 с суммарным расходом воды $Q_{\phi}^{\text{вост}} = 2 \cdot 7 + 1 \cdot 3,5 = 17,5 \text{ л/с}$, что больше требуемого $Q_{\text{тр}}^{\text{вост}} = 15 \text{ л/с}$. А с западного направления в этот момент времени будет подан только один ствол РС-70 с расходом 7,0 л/с, что меньше требуемого.

Следовательно, начиная с 21-й мин пожара он будет распространяться только в западном направлении, т. е. иметь одностороннее прямоугольное распространение. Площадь пожара на 21-й мин может быть вычислена по формуле

$$S_{\text{n}}^{\tau=21\text{мин}} = n[5V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \cdot \tau_2 + 0,5V_{\text{л}}(\tau - \tau_{\text{ср}})]a = 2[5 \cdot 1,5 + 15,5 \cdot 4,0 + 0,5(21 - 14)] \cdot 20 = 750 \text{ м}^2$$

При этом путь, пройденный фронтом пламени из первоначального очага пожара соответственно в восточном и западном направлениях, будет равен:

$$L^{\tau=21\text{мин}} = 5V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \cdot \tau_2 + 0,5V_{\text{л}}(\tau - \tau_{\text{ср}}) = 5 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot 4,0 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 7,0 = 18,75 \text{ м.}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

Локализация пожара наступит в момент времени, когда фактический расход воды на западном направлении достигнет значения, равного или больше требуемого. Согласно условию задачи, это произойдёт на 23-й мин, так как в это время пожарные подразделения обеспечивают на этом направлении подачу воды с суммарным ее расходом $Q_{\phi}=17$ л/с, что больше требуемого (15 л/с). То есть на 23-й мин продвижение фронта пожара в восточном и западном направлениях остановлено ($V_{\perp}=0$) и площадь пожара больше не будет увеличиваться, т.е. достигнет своего максимального значения.

4. Определим площадь пожара на момент локализации, т. е. на 23-й мин, по формуле

$$S_n^{\tau=23\text{мин}} = S_n^{\tau=21\text{мин}} + \Delta S_n.$$

где ΔS_n - прирост площади пожара в промежутке времени между 21-й и 23-й минутами;

n - количество направлений распространения пожара после 21-й мин, принимается равным 1.

Тогда

$$S_n^{\tau=23\text{мин}} = 750 + 0,5V_{\perp}(\tau - 21)a = 750 + 1 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot (23 - 21) \cdot 20 = 780 \text{ м}^2.$$

Путь, пройденный фронтом пламени в западном направлении к моменту локализации пожара, т. е. к 23-й мин, будет равен:

$$L_{\text{зап}} = 5V_{\perp} + V_{\perp} \cdot 0,5V_{\perp}(\tau - \tau_{ce}) = 5 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot 4,0 + 0,5 \cdot 1,5(23 - 14) = 20,25 \text{ м}^2.$$

Нетрудно заметить, что в момент локализации пожара его рост будет остановлен на различных расстояниях (L) от первоначального места возникновения с восточной и западной сторон помешания.

Для удобства построения совмещенного графика расчетные данные сведем в табл. 4.1.

Таблица 4.1.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 5310700-00-21ПЗ	Лист

Локализации пожара

6. Определяем фактический удельный расход воды на тушение пожара. Под удельным расходом воды понимается количество воды, поданное на единицу площади пожара за время его тушения.

Аналитически удельный расход выражается следующей формулой:

$$q_{уд} = \frac{\Sigma V_{в}}{S_{лок}}.$$

где ΣV_b - суммарное количество воды, поданное за время тушения, л;

$S_{\text{п}}^{\text{лок}}$ - площадь локализованного пожара, м^2 , так как максимального значения площадь пожара достигает в момент локализации.

Определяем время работы стволов на пожаре, вводимых пожарными подразделениями, которое равно разности между моментом ликвидации и временем введения ствола. Для удобства расчеты сведем в табл. 4.2.

Таблица 4.2.

Время работы стволов				
				ВКР 5310700-00-21НЗ
Изм. в Число	№ докум.	Показ.	Номер	Число

Время введения стволов,	Коли-чество PC-50 и расход, $\text{л}/\text{с}$	Коли-чество PC-70 и расход, $\text{л}/\text{с}$	Время ликви-дации	Время работы стволов,	Кол-во Поданной воды, л
14	$1 \cdot 3,5 = 3,5$	$1 \cdot 7 = 7$	40	26	10 930
17	$1 \cdot 3,5 = 3,5$	$1 \cdot 7 = 7$	40	23	9 660
21		$1 \cdot 7 = 7$	40	19	11 970
23		$1 \cdot 10 = 10$	40	17	10 200
27			40	13	2 730
					$\Sigma V_B = 45480$

Удельный расход воды при тушении пожара в данной задаче будет равен:

$$\bar{q}_{уд} = \frac{\Sigma V_B}{S_{лок}} = \frac{45480}{780} \approx 58,3 \text{ л/м}^2.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первом разделе данной выпускной работы описывается назначение и конструкция асинхронных двигателей, виды асинхронных двигателей, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, асинхронный двигатель с массивным ротором, асинхронный двигатель с фазным ротором, трёхфазный коллекторный асинхронный двигатель с питанием со стороны ротора, принцип действия асинхронного двигателя.

Во втором разделе рассматриваются основные неисправности тягового асинхронного двигателя и их устранение, приведено отделение по ремонту асинхронного тягового двигателя, разработка стенда для разборки асинхронного электродвигателя, технология ремонта, технологическая карта ремонта асинхронного двигателя, усовершенствование технологии ремонта асинхронного двигателя.

На технико-экономическом разделе выполнен расчёт экономических показателей работы работников электромашинного цеха .

В разделе охрана труда приведены принципы пожаров в производственных зданиях, расчет сил и средств для тушения пожара, возникшего в производственном помещении.

Внедрение данного вида ремонта позволит:

- с относительно минимальными финансовыми затратами обеспечить устойчивость энергосистемы (АД с этой обмоткой устойчиво работают при более низких провалах напряжения, а перемотанные по этой технологии статоры генераторов позволяют повысить запас по генерируемой мощности при значительном снижении расхода первичного энергоносителя (воды, топлива и т.п.);
- повысить надежность элементов сети распределения электрической мощности;
- получить экономию энергии на установочной мощности;
- разработать эффективный электропривод для электротранспорта;
- повысить эффективность генераторов и качество электрической энергии в сетях.

из	лист	докм	Полис/дата
Выпускник:	Эрмакових.Х.	Список использованных литературы	лист
Руководитель:	Лучинская М.Н.	Список рекомендованных литературы	лист
Зав. кафедрой:	Борисову Ю.Т.		листов

ВКР350707000001213	лит	лист	листов
Таблица №5535			

1. Доклад президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2015 года и приоритетам социально – экономического развития на 2016 год.
2. Н.Ф. Котелец, Н.А. Акимов, М.В. Антонов. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин. М.: Академия.2003г.
3. Ю.П. Петропавлов. Технология ремонта электроподвижного состава. М.: Маршрут 2006.
4. В.М. Находкин, А.Г. Хрисанов, Р.Г. Черепашенец, Е.Ф. Ершов, Д.В. Яковлев. Ремонт электровозов и электропоездов. М.: Транспорт.1975.
5. В.М. Находкин, Р.Г. Черепашенец. Технология ремонта тягового подвижного состава. М.: Транспорт 1998г.
6. В.К. Калинин. Электровозы и электропоезда. М.: Транспорт 1991.
7. М.Д. Находкин, Г.В. Василенко, В.И. Бочаров, М.А. Козорезов – Проектирование тяговых электрических машин: Учебное пособие для ВУЗов ж.-д. транспорта. – М.: Транспорт, 1976 год.
8. В.Е. Манойлов – Основы электробезопасности. – Л.: Энергоатомиздат, 1985 год.
9. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 1988 год.
10. <http://www.elektri4ka.com>
11. <http://www.scbist.com>
12. <http://www.uzrailways.uz>
13. <http://www.railways.com>