

“ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” ДАТК

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

Электромеханика факультети

“Электр транспорт“ кафедраси

Ер усти транспорт тизимлари йўналиш ТВЭ-
494 гурухи



«Тасдиқлайман»

_____ Каф.мудир

2012-йил _____

сана

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ БЎЙИЧА ТОПШИРИҚ

Талаба Ташболтаев У.Ш.
(фамилияси. исми, шарифи)

1. Битирув ишининг мавзуси Разработка установки для балансировки якоря тягового электродвигателя НБ-418Кб

2. Битирув иши мавзуси _____

2011 – йил № 6. 09.11.11й баённома билан кафедра мажлисида маъқулланган.

3. Битирув ишини топшириш муддати _____ 2012 - йил.

4. Битирув ишини бажаришга доир бошланғич маълумотлар Узтемирийолмаштамир ДУК

5. Ҳисоблаш-тушунтириш ёзувларининг таркиби (ишлаб чиқилган масалалар рўйхати)

1. Введение

2. Характеристика локомотивного предпитания

3. Конструкция дефетоскопия тяговых л.НБ-418

4. Устройство для балансировки якоря ТЭД

5. Охрана труда

6. Экономия производства

6. Чизма ишлар рўйхати (чизмалар номи аниқ кўрсатилади)

1. План цеха

2. Машрутная карта

3. Общий вид огрегатаузла, детали

4. Общий вид установки

7. Битирув иши бўйича маслахатчи (лар)

№	Бўлим мавзуси	Маслаҳатчи ўқитувчи Ф.И.Ш.	Имзо, сана	
			Топширик берилди	Топширик бажарилди
1	Техник-иқтисодий ҳисоблар.	Акбаров М.		
2	Охрана труда	Криворучка Б.В.		

8. Битирув ишини бажариш режаси

№	Битирув иши босқичларнинг номи	Бажариш муддати (сана)	Текширувдан ўтганлик белгиси
1	Введение	5.04.12-15 04 12	
2	Характеристика локомотивного предприятия	15.04.12.-25.04.12г.	
3	Конструкция дефетаскопия тяговых электродвигателей НБ-418	25.04.12.-5.05.12г.	
4	Устройство для балансировки якоря тягового электродвигателя	5.05.12.-15.05.12г.	
5	Охрана труда	15.05.12.-20.05.12г.	
6	Экономика производства	20.05.12.-25.05.12г.	
7	Литература	25.05.12.-1.06.12г.	
8			

Битирув иши раҳбари Джабаев Д.Р.
(Ф.И.Ш) (имзо)

Топшириқни бажаришга олдим _____
(Ф.И.Ш) (имзо)

Топшириқ берилган сана 01.04 2012 йил

“ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” ДАТК
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ



Ҳимоя қилишга
руҳсат берилсин

_____ Кафедра мудир

“__” __ 01.04 _____ 2012.й

“Электр транспорти” кафедраси

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

Мавзу: НБ-418 Кб тортув электр мотори якорини балансировка
қурилмасини ишлаб чиқиш

Муаллиф:

Тошболтаев У.Ш.

Раҳбар:

Джабаев Д.Р.

Маслаҳатчилар:

Акбаров М.
Криворучко Б.В.

Тақризчи:

Муминов Н.Р.

Тошкент – 2012 й.

Содержание

	Стр.
Введение	2
Глава I. Характеристика локомотиворемонтного предприятия	
1.1 История развития и деятельность унитарного предприятия "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR"	5
1.2 Электромашинный цех	7
1.3 Устройство и назначение тяговых электродвигателей	10
1.4 Неисправности, ремонт и дефектоскопия тяговых электродвигателей	13
Глава II. Конструкция, дефектоскопия тяговых электродвигателей НБ-418Кб электровозов серии ВЛ80	
2.1 Устройство, назначение и технические характеристики тягового электродвигателя пульсирующего тока НБ-418 Кб	17
2.2 Конструкция якоря тягового электродвигателя НБ418Кб	26
2.3 Обмотка якоря тягового электродвигателя НБ-418Кб	28
Глава III. Устройство для балансировки якоря тягового электродвигателя НБ418Кб	
3.1 Общие понятия и определения о балансировке	32
3.2 Определение необходимой точности балансировки	34
3.3 Назначение стенда для балансировки якорей тягового электродвигателя НБ-418Кб	37
3.4. Балансировка якорей тягового электродвигателя НБ-418Кб	38
3.5. Описание станков балансировочных универсальных	39
3.6 Технические характеристики резонансных балансировочных станков	40
3.7 Технологические указания по динамической балансировке ротора	41
3.8 Инструкция на статическую балансировку ротора вспомогательных электрических машин	42
3.9 Разработка стенда для балансировки якорей тягового электродвигателя НБ-418Кб	44
Глава IV. Охрана труда	
4.1 Требования к искусственному освещению	46
4.2. Расчёт освещённости поверхности экрана монитора персональной ЭВМ	47
Глава V. Экономика производства	
5.1 Расчёт экономических показателей работы работников электромашинного цеха и техников дефектоскопистов	53
5.2 Расчет годовой программы ремонта	53
5.3 Определение численности работников	53
5.4 Расчет производительности труда	54
5.5 Определение эксплуатационных (текущих) расходов	54
5.6 Расчет годового фонда оплаты труда (Сфот)	55
5.7 Расчет расходов на материалы	55
5.8 Определение амортизационных отчислений	56
5.9 Определение прочих расходов	56
5.10 Расчет общей суммы эксплуатационных расходов	56
5.11 Определение себестоимости и расчетной цены продукции участка	57
5.12 Расчет доходов (Д), прибыли (П) и рентабельности (Р) цеха	58
5.13 Фонд заработной платы	59

5.14 Тарифная система	60
Заключение	62
Литература	63
Приложение	64

Введение

Железнодорожный транспорт страны, на долю которого приходится около 66% грузооборота всего транспортного сектора, полностью обеспечивает растущие потребности экономики в услугах по перевозкам пассажиров и грузов.

Увеличение объемов перевозок объективно требует увеличения пропускной и провозной способности железных дорог, модернизацию и обновление и технических средств.

Не менее важной задачей является обновление парка подвижного состава ГАЖК «Узбекистон темир йуллари». Кредитная линия Европейского Банка Реконструкции и Развития позволила обновить существующий парк электровозов и производить работы по модернизации тепловозов. Так например по кредитной линии Азиатского банка развития в 2004-2006 г.г. было приобретено 12 грузопассажи́рских электровозов серии «O'zbekiston» и в 2008-2010 г.г. 15 пассажирских электровозов серии «O'zbekiston-Yo'lovchi», а также в 2011г. 2 высокоскоростных электропоезда «Talgo-250» (Испания).

Так же следует отметить, что предприятия ГАЖК «Узбекистон темир йуллари» наладили тесный контакт с железными дорогами государств Центральноазиатского региона. Так для железных дорог Казахстана и Таджикистана, Киргизстана ежегодно производится ремонт локомотивов, пассажирских и грузовых вагонов. Качество проведенных работ получило высокую оценку партнеров и усилило сотрудничество с железными догами региона, что позволяет с уверенностью говорить о развитии сотрудничества в данном направлении.

Трасса сети железных дорог в направлении Учкудук — Нукус, общей протяженностью 362 км, кратчайшим путем связывает северо-западную часть страны с центральной частью ее, минуя территории Туркменистана. В район тяготения новой линии входят территории Навоийской, Бухарской, Хорезмской областей и Республики Каракалпакстан, общей площадью 321,4 тыс. кв.км (71,8% от общей территории страны), где проживает свыше 4,7 млн. чел. (20,8% от общей численности населения республики).

Район тяготения железной дороги в целом относится к числу регионов, наименее обеспеченных сетью путей сообщения, что явилось одной из основных причин слабого развития его производительных сил новой линии.

Строительство новой линии позволит переключить с Ашхабадского и Казалинского хода на данную линию значительную часть транзитных перевозок экспортно-импортных грузов в объеме 4—6 млн. т в год, что сократит валютные ресурсы государства, выплачиваемые за проход (по интертерриториям, на 40—55 млн. долл. США в год.

В целом экономическое и социальное значение строительства линии Учкудук — Нукус и для региона и для страны в целом достаточно высоко. Освоение новых земель, природных богатств региона, рост промышленности и сельскохозяйственного (в частности продовольственного) потенциала, ускоренное развитие туризма сопровождаются значительным ростом объемов перевозок грузов и пассажиров.

В перспективе железнодорожная линия Навои — Учкудук — Нукус станет составной частью Транскавказского транспортного коридора и будет играть важную стратегическую роль для выхода Узбекистана в мировой рынок. Велико значение новой линии и для обеспечения экономической безопасности и укрепления независимости республики.

Железная дорога на направлении Гузар — Байсун — Кумкурган обеспечивает независимой сетью путей сообщений территории Южного региона страны и имеет исключительно важное значение для развития производительных сил Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей и осуществления внешнеэкономических связей Республики Узбекистан с Таджикистаном и Афганистаном.

Южный регион, особенно северная часть Сурхандарьинской области, слабо обеспечен железнодорожной сетью. Регион в целом занимает 49,2 тыс. кв. км территории (11% от общей территории страны), где проживает более 3,7 млн. чел. (16,1% от общей численности населения республики). На территории региона имеются богатейшие запасы природного газа (Заварды, Алан, Уртабулак, Шуртан, Мубарек, Ляль-Мибар и др.), газ нового конденсата и нефти (Кокдумалак, Северный Уртабулак, Умид и др.), каменного угля (Байсун, Шаргунь), полиметаллы (Хадиза), целестина (Шерабад), редких и рассеянных элементов — молибдена, вольфрама, ванадия, селена, рения, серебра, бария, стронция, кобальта, иттрия, гелия и германия (Байсун), горючих сланцев (Байсунская группа месторождения). Регион также богат калийными и поваренными солями (Тюбегатан, Байбичекан, Ходжаикан), глауконитом (Кофрун), являющиеся стратегически важным сырьём на мировом рынке. Для транспортировки данного груза железнодорожный транспорт.

По новой линии уже освоены транзитные перевозки назначением в Таджикистан и Афганистан и обратно. В перспективе при сооружения транспортных сообщений через Афганистан по этой линии могут следовать транзитные потоки грузов и пассажиров в Индию, Пакистан и в другие страны.

Таким образом, сооружение новой линии Гузар — Байсун — Кумкурган имеет важное народнохозяйственное значение для региона и страны в целом. Она обеспечивает экономическую и социальную безопасность страны, связывает независимой сетью путей сообщений южные территории, выход в Афганистан (с улучшением здесь социально-политической обстановки) и затем в перспективе — в Пакистан и Индию. Ещё одним важным моментом в развитии экономики и железных дорог страны является проектируемая железнодорожная линия Ангрэн — Пап, протяженностью 162 км, которая свяжет кратчайшим путем главный ход центрально-азиатской магистрали с железными дорогами Ферганской долины и будет являться альтернативным ходом направлению, проходящему через территории Таджикистана и Кыргызстана.

В перспективе с постройкой линии Андижан — Ош — Кашгар новая линия может стать составной частью трансконтинентального коридора Европа — Центральная Азия — Китай, что даст сильный толчок развитию производительных сил республики. В целом с постройкой магистралей Учкудук — Нукус, Гузар — Байсун — Кумкурган и Ангрэн — Пап в основном завершится формирование первого этапа единой сети путей сообщений Республики Узбекистан, обеспечивающей транспортные связи с сопредельными странами — членами Организации Экономического Содружества и другими странами ближнего и дальнего зарубежья.

Наряду с развитием магистральных линий в перспективе большое развитие получают также подъездные железнодорожные пути к крупным промышленным комплексам. Так к Кызылкумскому фосфоритному комбинату будет подведена железная дорога Кызыл Кудук — Мурунтау, протяженностью 40 км, намечается реконструкция подъездного пути Болдыр — Ходжаикан, протяженностью 33 км. Ведется строительство железнодорожной ветки к Джумуртаускому комбинату строительных материалов, к Кунградскому содовому заводу и др.

Немаловажное место в развитии экономики страны занимает и проект электрификации железных дорог Республики Узбекистан. Так электрификация новой железнодорожной линии Ташгузар-Бойсун-Кумкурган должна завершиться в 2018 году, а участок Мароканд-Карши на сегодняшний день находится на стадии активной электрификации. Электрификация железнодорожных линий позволит в значительной мере сэкономить на затраты на покупку горюче-смазывающие материалы и улучшить экологическую обстановку в масштабах не только региона, но страны в целом.

Динамика роста объемов перевозок, результаты проводимых работ по модернизации железнодорожной линии и подвижного транспорта показывают, что ГАЖК

«Узбекистон темир йўллари» остается надежным и стабильным партнером, как в регионе Центральной Азии, так и за его пределами.

Глава I. Характеристика локомотиворемонтного предприятия

1.1 История развития и деятельность унитарного предприятия "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR"

Унитарное предприятие "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" – старейшее предприятие Республики Узбекистан, одно из наиболее динамично развивающихся машиностроительных предприятий, уникальное по своему профилю в Центральной Азии.

Унитарное предприятие "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" входит в состав государственно-акционерной железнодорожной компании «Ўзбекистон темир йўллари». Основной деятельностью предприятия является ремонт подвижного состава железных дорог, его узлов, производство запасных частей, а также изготовление деталей верхнего строения пути.

Данный завод имеет вековую историю – создан в 1900 году на базе Ташкентских главных железнодорожных мастерских.

За прошедшие годы на заводе ремонтировался различный подвижной состав: паровозы (выпускали бронепоезда в годы Второй Мировой войны); тепловозы; электровозы; пассажирские, грузовые и спец.вагоны, а также на предприятии производилось до 300 наименований запасных частей.

Сегодня УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" имеет более 30 цехов и отделов. Производственно-организационная структура предприятия включает в себя цеха многопрофильного производства: машиностроения, металлообработки, сталелитейного, чугунолитейного и цветного литья, кузнечно-прессового, деревообрабатывающего, инструментального, строительного, энергосилового, транспортного, а также резинотехнического производства. Предприятие располагает высококвалифицированными специалистами.

Основными заказчиками завода являются подразделения ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари», а также промышленные предприятия Республики Узбекистан.

Сохранившиеся в рыночных условиях длительные хозяйственные связи с поставщиками и потребителями продукции позволяют предприятию обеспечивать стабильный рост объёма производства.

Благодаря ежегодному росту производительности труда, рационализации и механизации трудоёмких процессов завод удовлетворяет потребность ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» в капитальном ремонте

подвижного состава и оказывает ремонтные услуги республикам Кыргызстан, Таджикистан, Казахстан, России.

Оснащенность УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" позволяет производить капитальный ремонт подвижного состава в значительных объемах, при этом качество ремонтных услуг соответствует действующей нормативно-технической документации.

На предприятии с сентября 2006 года работает Система Менеджмента Качества (СМК) по Международному стандарту ИСО 9001:2008.

В связи с электрификацией, реконструкцией и модернизацией железной дороги для перевода с тепловозной на электровозную тягу завод начал широко осваивать ремонт электровозов серии ВЛ80С и ВЛ60К.

Эта программа потребовала также освоения изготовления деталей верхнего строения пути и контактных сетей, ранее получаемых от зарубежных предприятий.

Кроме того, для ремонта тепловозов и вагонов в целях сокращения импорта было освоено изготовление большого количества импортозамещающей продукции.

Таким образом предприятие постоянно наращивает обеспечение потребности ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» в запасных частях для подвижного состава, верхнего строения пути и контактных сетей, производит диагностирование подвижного состава железных дорог для определения его остаточного ресурса с целью продления срока службы.

В настоящее время УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" специализируется на капитальном ремонте с продлением срока службы магистральных тепловозов серии ТЭ10, маневровых тепловозов ТЭМ2 и ЧМЭ3, электровозов ВЛ60К и ВЛ80С. Для выполнения вышеуказанных задач на предприятии имеются электровозосборочный, электроаппаратный, электромашинный, ремонтно-комплектовочный и колесный цеха, в которых производится ремонт основных узлов и агрегатов электровозов. Также имеются вспомогательные цеха, специализирующиеся на изготовлении запасных частей к основным узлам и агрегатам электровозов. На предприятии имеется информационно-диагностический центр, который производит диагностирование подвижного состава с целью проведения последующего капитального ремонта с продлением срока службы.

Предприятие оснащено большим парком станочного и нестандартного оборудования, необходимого как для производства ремонтных работ и модернизации тепловозов так и для ремонта электровозов.

Для организации ремонта электровозов серии ВЛ60К и ВЛ80С на предприятии имеется необходимая нормативно-техническая документация.

Сегодня стратегическим направлением в производственной деятельности предприятия является расширение номенклатуры, снижение себестоимости и повышение качества ремонтируемой продукции путем повышения автоматизации и механизации производственных процессов.

С этой целью на предприятии проведена ревизия всего имеющегося станочного и нестандартного оборудования. Ревизия показала, что имеющийся парк станочного и нестандартного оборудования в значительной мере морально устарел и требует частичной замены.

Средства технологического оснащения для производства ремонта тепловозов и электровозов во многом идентичны. В общем случае они включают в себя: подъездные пути, эстакады, крановое хозяйство, домкраты для подъема кузова, необходимое оборудование и станки для ремонта экипажа, электрических машин и аппаратов, тормозное оборудование, соответствующие контрольно-измерительные приборы, что позволило УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" в относительно сжатые сроки приступить к освоению ремонта вышеуказанных серий электровозов.

Правительством Республики Узбекистан принято решение об электрификации основных линий ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» в целях уменьшения потребления

нефтепродуктов, эффективного использования излишек электроэнергии, уменьшения загрязнения атмосферы и эксплуатационных затрат на железнодорожные перевозки, при этом парк и номенклатура электровозов будет также увеличиваться из года в год по мере выполнения программы по электрификации.

УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" является единственной ремонтной базой для капитального ремонта локомотивов в Узбекистане.

В настоящее время ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» не располагает заводом по ремонту электровозов. По этой причине капитальный ремонт основной части электровозов производился в России. С 1998 года на базе УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" был проведен пробный капитальный ремонт электровозов.

Так как основной задачей УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR" является обеспечение ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» качественно отремонтированными локомотивами и запасными частями при безусловном повышении качества и снижении себестоимости путем повышения автоматизации и механизации производственных процессов выполнения ремонта электровозов, а также освоения капитального ремонта электровоза серии «O`zbekiston» на УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR".

1.2 Электромашинный цех

Электромашинный цех является одним из основных цехов локомотиворемонтного предприятия, где производят разборку, дефектоскопию, ремонт и сборку тяговых и вспомогательных электрических машин, трансформаторов и реактор. В состав электромашинного цеха входят следующие участки и отделения:

Разборочно-дефектировочное отделение.

Выполняется продувка, обмывка тяговых двигателей, разборка, спрессовка шестерни, выпрессовка подшипниковых щитов, разборка полюсов, обмывка остовов, проверка геометрии остова, обмывка и сушка якорей и полюсов, испытание якорных катушек, ремонт щеткодержателей, разборка щеточных аппаратов, очистка деталей косточковой крошкой. Обдувка и разборка электрических машин, шунтов. Мойка остовов и деталей электрических машин. Дефектировка. Разборка якоря. Очистка катушек и секций от изоляции.

Отделение ремонта остовов.

Наплавка остовов подслоем флюса, сварка шита и вентиляторного колеса главного генератора.

Сверлильные операции, окраска и сушка остовов, слесарный ремонт щеткодержателей, запрессовка подшипников в подшипниковые шиты. Наплавка изношенных поверхностей остовов и др. деталей электрических машин. Механическая и слесарная обработка остовов, щитов, и моторно-осевых подшипников, деталей якоря и др. Ремонт сердечников катушек электрических машин. Разборка, ремонт и сборка компрессоров.

Отделение ремонта якорей.

Наплавка деталей, полуавтоматическая вибродуговая наплавка под слоем флюса (для валов).

Проверка коллекторов на корпусное замыкание, разборка и дефектировка коллекторов, выправление старого припоя, лужение шлиц петушков, сборка коллекторов, слесарная отделка коллекторов, правка пластин коллекторов, статическая балансировка, охлаждение коллекторов, прессовка, динамическая балансировка, окраска сердечника якоря лаком и сушка. Ремонт и сборка коллектора. Ремонт сердечников якорей с перешихтовкой железа. Обмотка якорей, бандажировка и пайка. Продорожка и обточка коллектора. Балансировка и электрический контроль якорей. Ремонт вспомогательных машин переменного тока.

Участок перешихтовки железа и прессовых работ при сборке якорей.

Рихтовка, лакировка и сушка листов железа, окраска железа, сортировка и шихтовка железа, снятие заусениц с железа якоря после их штамповки, окраска сердечника якоря лаком и сушка.

Участок перемотки и бандажировки якорей.

Намотка якоря, нагрев и охлаждение якоря, испытание якорей на пробой, намотка бандажей из стеклобандажной ленты, пайка петушков коллекторов, контроль качества пайки петушков.

Катушечно-секционное отделение.

Намотка катушек, полуда и пайка кабельных наконечников, пропитка катушек в лаке, опрессовка катушек, изолировка катушек.

Полировка концов секций перед лужением, зачистка, лужение концов секций, изгиба стержней секций, формовка меди катушек якоря, формовка уравнивательных соединений, прессовка секций якоря, испытание секций якоря на межвитковое замыкание «пробой». Ремонт и изготовление секций якорной обмотки, катушек трансформаторов, реакторов, электрических машин и индуктивных шунтов. Изготовление и ремонт манжет цилиндров. Приготовление изоляционной замазки.

Изоляционное отделение.

Сборка пресс-форм с заготовками манжет и цилиндров, нагрев миканита, нарезка пазовой изоляции, подрезка миканитовых конусов, снятие фасок с текстолитовых клиньев, испытание манжет коллекторов на электрическую прочность.

Пропиточно-сушильное отделение.

Пропитка и сушка полюсов, опрессовка и калибровка катушек после пропитки, окраска и сушка полюсных катушек, пропитка якорей электрических машин.

Отделение разборки, ремонта и сборки трансформаторов и реакторов.

Разборка, очистка, дефектировка узлов трансформаторов и реакторов. Ремонт магнитопроводов, баков, радиаторов, насосов. Вакуумная сушка сердечника трансформатора. Сборка трансформаторов и реакторов. Заправка трансформаторов маслом.

Отделение ремонта щеткодержателей и заготовки изоляции.

Разборка и ремонт кронштейнов, пальцев, корпусов и сборка щеткодержателей. Порезка изоляции.

Участок изготовления железа якоря, коллекторных пластин.

Штамповка и фрезеровка коллекторных пластин. Порезка, штамповка, зачистка, лакировка и сушка железа якоря.

Сушильно-пропиточное отделение. Сушка и пропитка якорей, катушек трансформаторов и реакторов, компаундировка катушек электрических машин. Сушка и пропитка статоров машин переменного тока. Окраска катушек электрических машин и реакторов.

Сборочное отделение.

Сборка полюсов, сборка тяговых электродвигателей, испытание остовов, установка полюсов, сборка магнитной системы, запрессовка подшипников, окраска электрических машин.

Испытательные станции электрических машин, трансформаторов и реакторов.

Стендовые испытания электрических машин, трансформаторов и реакторов.

Кладовая материалов и запчастей.

Кладовая хранения и выдачи материалов и запчастей.

Инструментально-раздаточная кладовая.

Кладовая хранения и выдачи инструмента.

Кладовая комплектовочная.

Комплектовка деталей и узлов для сборки тяговых двигателей и оборудования электровоза.

1.3 Устройство и назначение тяговых электродвигателей

По конструкции тяговые электродвигатели локомотивов значительно отличаются от обычных стационарных машин. Это объясняется тем, что в эксплуатации они работают в тяжелых режимах и подвержены ударам и вибрациям, неизбежным при движении локомотива. Габариты тягового электродвигателя, расположенного под рамой локомотива весьма ограничены. Длина его определяется расстоянием между внутренними гранями бандажей колес, высота — диаметром движущихся колес и допустимым расстоянием от нижней точки электродвигателя до головки рельса. Тяговые электродвигатели локомотивов выполняются с опорно-осевой (трамвайной) подвеской и опорно-рамной подвеской.

Остов предназначен для крепления на нем главных, добавочных полюсов, подшипниковых щитов, узла подвешивания моторно-осевых подшипников и других деталей. Кроме того остов является магнитопроводом электродвигателя. Поэтому он как и в других электрических машинах локомотива, отлит из углеродистой стали, обладающей высокой механической прочностью и магнитопроводимостью. В остове не должно быть раковин, трещин и других дефектов. Обработанные поверхности зачищены от заусенцев, а необработанные покрыты эмалью. Для лучшего использования внутреннего пространства и более удобного размещения главных и добавочных полюсов остов сделан восьмигранным. Главные полюсы расположены по горизонтальной и вертикальной осям, добавочные — по осям наклоненным под углом 45° к горизонтали. Такое расположение полюсов позволяет получить наименьшие габаритные размеры тягового электродвигателя при четырехполюсном исполнении.

Подвеска электродвигателя к раме тележки осуществляется при помощи опорных приливов (носиков), между которыми помещена траверса подвески. Малые приливы служат для предохранения двигателя от падения на путь при поломке опорных поводков или траверсных пружин. С другой стороны на остове выполнены расточки под моторно-осевые вкладыши и места установки корпусов моторно-осевых подшипников (шапок). Один вкладыш подшипника установлен в остове, а другой — в шапке моторно-осевого подшипника. Каждый подшипник прикреплен к остову четырьмя болтами. На остове имеются также приливы с отверстиями для болтов, которые служат для закрепления кожуха зубчатой передачи.

В верхней части остова со стороны коллектора имеется вентиляционное отверстие, соединенное брезентовой гармоникой (рукавом) с вентиляционным каналом охлаждения электродвигателей. Охлаждающий воздух выпускается с противоположной стороны через отверстия в остове.

Остов имеет три выпускных отверстия, защищенных сетками и щитками.

Для осмотра коллектора и щеток в остове сделаны три коллекторных люка (верхний, нижний и боковой), закрываемых крышками с войлочными и паронитовыми уплотнениями, предотвращающими попадание пыли и влаги внутрь электродвигателя. Крышка верхнего коллекторного люка (быстросъемная) запирается замком, а крышки нижнего и бокового люков — болтами. Расположение люков дает возможность осмотреть все щеткодержатели, а также коллектор по всей окружности. В торцевой части остова со стороны коллектора установлены и приварены четыре кронштейна.

Через круглые горловины в торцах остова выполняется сборка электродвигателя. Эти горловины после сборки закрывают подшипниковыми щитами. Проушины остова

служат для монтажа и снятия электродвигателя с тележки, а также для перемещения его с одного места на другое.

К силовой цепи тяговый электродвигатель подсоединяется четырьмя гибкими кабелями, которые выводятся из остова через отверстия в верхней его части. В отверстие вставлены резиновые втулки, препятствующие попаданию влаги внутрь электродвигателя и предохраняющие кабели от перетирания. Кабельные выводы крепятся к остову зажимами из древеснослоистого пластика, называемыми клипами. Якорь опирается на два роликовых подшипника (8Н924ШМ) и (8Н32330М), установленных в подшипниковых щитах. Последние испытывают большие нагрузки и поэтому изготавливаются из стали, а не из чугуна.

Выточки в щитах под роликовые подшипники и посадочные поверхности щитов должны быть строго концентричны. Биение этих поверхностей допускается не более 0,1 мм. К внутренней части подшипникового щита прикреплено кольцо с лабиринтными канавками. В подшипниковом щите, расположенном со стороны коллектора, установлен опорно-упорный подшипник, наружное кольцо которого имеет буртики с двух сторон, а внутреннее - только с одной стороны. Внутреннее кольцо насажено на вал якоря в нагретом состоянии. К торцу вала якоря шайбой и болтами прикреплено упорное кольцо. Подшипник воспринимает усилия, направленные вдоль вала якоря. Продольный разбег, якоря составляет 0,08—0,5 мм;

Перед насадкой внутреннего кольца подшипника на вал надевают переднее лабиринтное кольцо с канавками. Эти канавки и лабиринтное кольцо подшипникового щита образуют уплотнение, препятствующее проникновению смазки в полость двигателя. Снаружи полость подшипника закрыта крышкой. Крышка прикреплена к щиту болтами, а так как она должна закреплять наружное кольцо подшипника, то между ней и щитом имеется зазор (0,2—0,7 мм), который при сборке заполняется белилами.

В подшипниковом щите, установленном со стороны шестерни, находится опорный роликовый подшипник, внутреннее кольцо которого насажено на вал якоря в нагретом состоянии вслед за лабиринтным кольцом. Крышка подшипника имеет снаружи лабиринтные канавки, в которые входят выступы посаженного на вал лабиринтного кольца. Оно предотвращает вытекание смазки из подшипника. Для предохранения от проникновения смазки внутрь двигателя служит воздушный канал (дренажное отверстие) в щите с комбинированными уплотнениями. Смазку роликовых подшипников закладывают в кольцевые углубления подшипниковых щитов. В период эксплуатации, смазку в подшипники добавляют шприц-прессом через масленки.

Подшипниковые щиты плотно пригнаны к остову и прикреплены к нему болтами, под головки которых подложены пружинные шайбы, предохраняющие болты от самоотвертывания.

Главные полюсы имеют сердечники, набранные из штампованных листов малоуглеродистой стали Ст2 толщиной 2 мм. Листы сердечников спрессованы и стянуты четырьмя заклепками с потайными головками. Чтобы головки заклепок уместились и равномерно распределилось усилие, крайние листы изготовлены более толстыми.

В середине каждого листа сердечника выштампованное отверстие, куда после сборки запрессовывают стальной стержень. Три болта, крепящих сердечник к остову, ввертывают в стержень, при этом усилие от стержня равномерно передается на листы сердечника. Головки болтов заливают кварцкомпанудом, препятствующим просачиванию влаги внутрь остова.

1.4 Неисправности, ремонт и дефектоскопия

тяговых электродвигателей

Тяговые электродвигатели проходят два вида заводского ремонта. Ремонт I объема выполняется на заводах при пробеге, равном норме пробега локомотива между заводскими ремонтами. Заводской ремонт II объема выполняется через один заводской ремонт I объема. На заводе тяговые электродвигатели разбирают полностью, пропитывают якорь и компаунд--руют катушки.

У тяговых электродвигателей возможны следующие неисправности обрыв бандажей, распайка петушков, разрушение изоляции обмотки якоря, влекущее за собой замыкание на корпус, обрыв болтов и выводов у главных и дополнительных полюсов, разрушение подшипников якоря и ослабление заклепок сепараторов, деформация остова, нагрев моторно-осевых подшипников, излом и износ зубьев редуктора.

При осмотре электродвигателей внутренние стенки остова в доступных местах протирают чистой безворсовой салфеткой, которую рекомендуется смочить авиационным бензином; вместе с пылью удаляют масло, попавшее внутрь остова.

Осматривая якорь, в первую очередь обращают внимание на состояние коллектора и щеточного аппарата. Признаком нормальной работы и хорошей коммутации является коричневый и темно-коричневый цвет коллекторных пластин (цвет оксидной пленки, образовавшейся на его поверхности).

Случайные забоины или брызги металла от перебросов или кругового огня могут быть зачищены стеклянной шкуркой на полотне СМВ 40-5А (ГОСТ 5009—62) или напильником с продорожкой рядом находящихся пластин. При этом следует помнить, что местная зачистка коллектора искажает его цилиндрическую поверхность, поэтому к такому способу устранения местных неровностей на коллекторе следует прибегать в исключительных случаях. Поверхность щеток должна быть гладкой, без следов выщерби, отколов и трещин. Сами щетки должны свободно перемещаться в обоймах щеткодержателей. Предварительная притирка щеток осуществляется на барабане с диаметром, соответствующим диаметру коллектора.

Изоляцию обмоток катушек и якоря проверяют мегомметром. Осмотром устанавливают чистоту поверхности, а также отсутствие поврежденных, потемневших или обуглившихся мест, а также ослабления бандажей.

Подшипники, снятые с тягового электродвигателя индукционным нагревателем типа ПР1548, промывают в моечной машине.

У признанных годными по внешнему осмотру подшипников в собранном состоянии проверяют величину диаметрального зазора в приспособлении типа КИ146. Подшипник зажимают между плитой и конусной шайбой. Перемещая наружное кольцо подшипника в радиальном направлении при помощи индикатора определяют зазор.

У подшипников проверяют величину зазора между сепаратором и бортом, наружного кольца-«зазор плавания». Величина его, проверяемая в нижней части поставленного в рабочее положение подшипника, должна быть 0,5—2 мм у подшипника с заклепочным и 0,7—1,2 мм с беззаклепочным сепараторами. В противном случае подшипник бракуют.

При подборе подшипников учитывают уменьшение зазора вследствие посадки подшипника с натягом на вал и возможном натяге в подшипниковом щите. Диаметральные зазоры у насаженного на вал подшипника должны быть не менее 0,05—0,08 мм.

Лопнувшие и ослабшие заклепки сепараторов заменяют, используя для переклепки стальную плиту с вставленным в нее комплектом, подставки для головок заклепок. Новые подшипники заказывают по специальным техническим условиям для железнодорожного транспорта (ТУ 3402-Ж-61).

Катушки с поврежденной изоляцией и имеющие признаки ослабления снимают. Поврежденную покровную изоляцию катушки при ремонте восстанавливают, а в случае

смены провода или перепайки корпусную изоляцию с боковых сторон целиком не снимают, края ее срезают с постоянным уклоном к неизолированной части катушки по длине не менее 25 мм. Катушку заделывают корпусной миканитовой изоляцией с постепенным покрытием старой изоляции в прямых частях катушки.

У неисправных компаундированных катушек при заводском ремонте заменяют покровную изоляцию.

На заводе корпусную изоляцию катушек главных полюсов заменяют при втором заводском ремонте. Изоляцию катушек до или после компаундировки на заводе опрессовывают при температуре 50° С по внутренним и торцовым поверхностям с соблюдением чертежных размеров. Усилие опрессовки катушек 25—30 Т. Отремонтированные катушки покрывают эмалью марки ГФ-92-ХС.

Медь катушки нагревают в печи при температуре отжига меди. В этом случае межвитковая изоляция обгорает. После нагрева катушки опускают в воду для очистки поверхности меди, а затем неисправные места вырезают и наращивают, припаявая концы латуни на сварочном трансформаторе. Сердечники полюсов осматривают.

Микрометрическим штихмасом измеряют диаметры горловин остова под подшипниковые щиты и моторно-осевые подшипники, а также посадочные места шапок, которые при ослаблении посадки наплавляют по посадочным поверхностям. При измерении определяется овальность и конусность горловин. Если имеется отклонение от норм по овальности и конусности, а также при непараллельности и скрещивании осей горловин более 0,25 мм, на заводе горловины наплавляют автоматами под слоем флюса с последующей строжкой и расточкой на станках с доведением до чертежных или ремонтных размеров.

Расточку ведут с одной установки на горизонтальном расточном станке с собранными и укрепленными болтами шапками. До окончательной затяжки болтов между нижними и верхними и привалочными поверхностями остова и шапок вставляют стальные прокладки толщиной 0,35 мм. Трещины у остова и шапок после разделки заваривают электродами Э42. Места расположения и длины завариваемых трещин ограничиваются Правилами ремонта.

Одним из важных условий для исправной работы зубчатой передачи является параллельность геометрических осей вала якоря и колесной пары в одной плоскости и без перекрещивания их (в пространстве). В данном случае проверку положения осей целесообразно выполнять приборами ЦНИИ. В горловины остова устанавливают звездочки, надетые на трубы. На концы труб ставят уровень и регулируют его микрометрическим винтом, пока пузырек не займет среднего положения. Перекос осей горловины определяют при помощи уровня по разности уклонов труб. Расстояние между осями труб определяют с обоих концов труб при помощи микрометрического нутромера со специальной седелкой. Разность измерений даст величину не параллельности осей. Микрометрическим нутромером с седелкой определяют расстояние от оси вала якоря (от трубы) до поверхностей, на которых устанавливают главные и дополнительные полюсы.

После тщательной очистки и продувки якоря проверяют: обмотку якоря на межвитковое замыкание, на целостность цепи обмотки и качество ее пайки импульсной установки ИУ-57, состояние проволочных бандажей и клиньев, а концы вала — магнитным дефектоскопом (при деповском ремонте без снятия подшипниковых колец). Поверхность конуса вала якоря проверяют калибром по краске, а у шеек на станке определяют величину биения индикатором. Поверхность прилегания конической поверхности должна быть не менее 65%. При выпуске из деповского ремонта биение по беговой дорожке колец со стороны шестерни должно быть не более 0,05 мм, а со стороны коллектора — 0,04 мм. Чтобы снять кольца, их нагревают индукционным нагревателем.

Определяют диаметр рабочей части коллектора, его выработку и биение. При выпуске из подъемочного ремонта биение коллектора относительно кольца роликоподшипника допускается до 0,06 мм и при выпуске из заводского ремонта не более

0,04 мм. Изношенные выше нормы и имеющие выжиги пластины коллектора заменяют на заводе. Для поворота якорей из горизонтального положения в вертикальное при его проверке используют приспособление ПР-02 конструкции ПКБ ЦТ.

Если коллектор имеет радиальный износ свыше 0,3 мм и биение более 0,06 мм, то его во время депоовского ремонта обтачивают на станке, продораживают пазы, снимают заусенцы у краев пластин и шлифуют поверхность. Перед проточкой коллектора из-за местного биения пластин якорь прогревают в течение 3—4 ч при 120—1400С, а затем подтягивают болты. Существует несколько типов приспособлений для продороживания коллекторов. Коллекторы обрабатывают и на полуавтоматическом станке. Станок предназначается для обточки, шлифования и продороживания коллекторов тяговых электродвигателей и генераторов.

При предельном износе коллектора по диаметру, пробое миканитовых конусов или миканитовых пластин коллектор заменяют новым на заводе. Технологический процесс заводского ремонта коллекторов включает: разборку, ремонт медных и миканитовых пластин, ремонт корпуса и нажимного конуса, ремонт миканитовых конусов и цилиндров, сборку и испытание коллекторов.

Чтобы обеспечить постановку деталей разбираемого коллектора на прежние места при дальнейшей сборке, размечают положение деталей коллектора относительно середины шпоночной канавки вала. Концы секций, оставшиеся в шлицах петушков коллектора, после обрезки нагревают в расплавленном припое, а затем удаляют ударами деревянным молотком. После разведения на угол 45° внутренние поверхности шлицев зачищают химическим или механическим способом. Форма ласточкина хвоста у заменяемых пластин должна соответствовать профилю старых пластин.

При сборке подобранный комплект пластин стягивают по выточкам ласточкина хвоста и проверяют правильность чередования медных пластин с миканитовыми. Собирают коллектор с нажимным конусом и корпусом коллектора, а затем помещают в электрическую печь, где нагревают (запекают) до температуры 180—190° С в течение 1—1,5 ч, после чего опрессовывают давлением, величина которого зависит от диаметра коллектора. Опрессовку при полной смене изоляции делают 3 раза, причем после каждой опрессовки подтягивают коллекторные болты. Неоднократную опрессовку делают из-за усадки изоляции. Коллекторы после запечки и опрессовки протачивают, статически балансируют, а затем испытывают их на разнос в нагретом состоянии с последующей опрессовкой и подтягиванием коллекторных болтов. Температура при этом должна быть не ниже 110° С. Окончательную обработку коллектора (обточка, продороживание и шлифование) выполняют па якоре.

Отремонтированный коллектор испытывают на отсутствие коротких замыканий между коллекторными пластинами и на пробой между комплектом пластин и корпусом коллектора при температуре 100—70° С. На отсутствие замыкания коллектор испытывают после первого прогрева и последующей подтяжки болтов и после второго прогрева и испытания коллектора на повышенное число оборотов.

Глава II. Конструкция, дефектоскопия тяговых электродвигателей НБ-418Кб электровозов серии ВЛ80

2.1 Устройство, назначение и технические характеристики тягового электродвигателя пульсирующего тока НБ-418 Кб

Тяговый электродвигатель пульсирующего тока НБ-418К6 (рис.2.1) предназначен для преобразования электрической энергии, получаемой из контактной сети, в механическую, передаваемую с вала двигателя на колесную пару электровоза и имеет следующие технические характеристики:

Мощность, кВт.....	790/740
Напряжение на коллекторе, В.....	950/950
Ток якоря, А.....	880/820
Частота вращения якоря, об/мин.....	890/915
Расход вентилирующего воздуха не менее, м ³ /мин.....	105
К.п.д., %.....	94,5/94,8

Класс изоляции по нагрево-стойкости:

катушек главных и добавочных полюсов.....	Н
якоря и компенсационной обмотки.....	F

Сопротивление при +20 °С, Ом:

цепи всех катушек главных полюсов (без шунта)	0,0079
цепи всех катушек добавочных полюсов и компенсационной обмотки	0,0119
обмотки якоря.....	0,011

Масса, кг:

двигателя без зубчатой передачи.....	4350
остова в сборе	2350
якоря	1350
буксы моторно-осевого подшипника в сборе (без вкладыша).....	76
траверсы в сборе	77
подшипникового щита со стороны коллектора .	107
подшипникового щита со стороны, противоположной коллектору.....	195

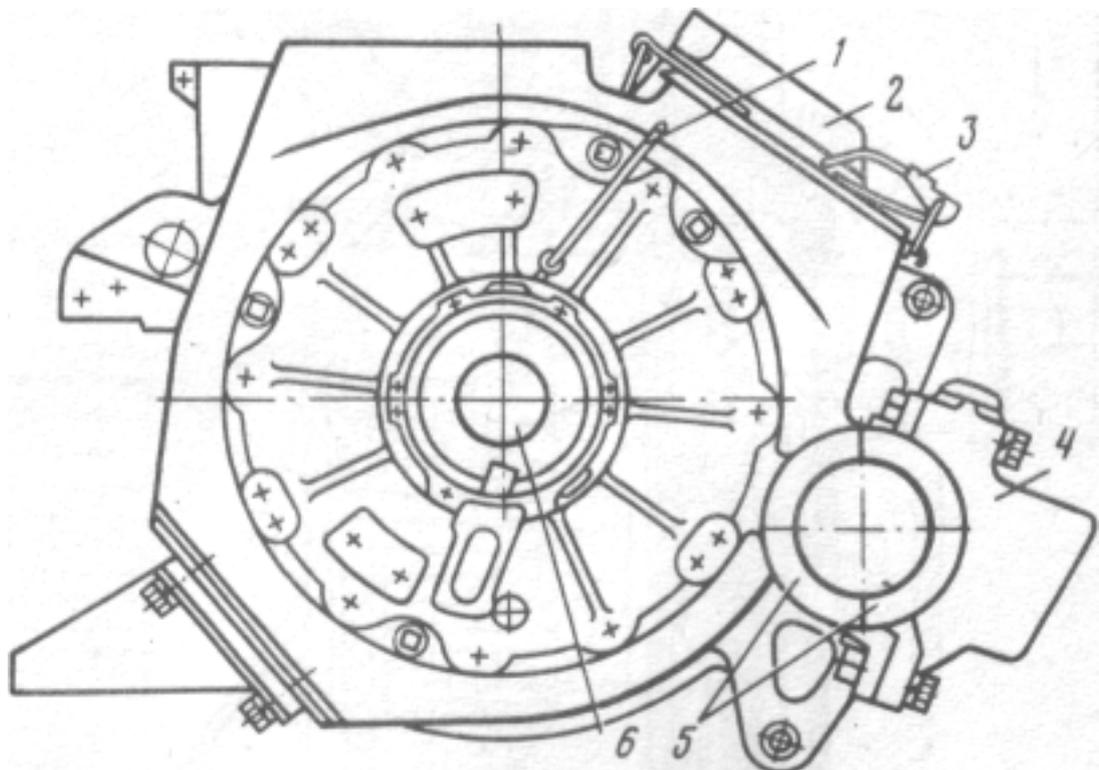


Рисунок 2.1. Общий вид тягового двигателя НБ-418К6 :

1 — трубка для добавления смазки в якорный подшипник; 2 — крышка коробки выводов; 3 — крышка верхнего смотрового люка; 4 — букса моторно-осевых подшипников; 5 — вкладыши моторно-осевых подшипников; 6 — вал якоря.

Двигатель выполнен для опорно-осевого подвешивания и представляет собой шестиполосную компенсированную электрическую машину с последовательным возбуждением и независимой системой вентиляции. Охлаждающий воздух поступает в тяговый двигатель со стороны коллектора через вентиляционный люк и выходит из двигателя со стороны, противоположной коллектору, вверх под кузов электровоза через специальный кожух.

Тяговый двигатель (рис. 3.2 и 3.3) состоит из остова, траверсы, якоря, подшипниковых щитов, моторно-осевых подшипников.

Остов имеет цилиндрическую форму, отлит из стали 25ЛШ, является одновременно магнитопроводом и корпусом, к которому крепятся все основные детали и узлы тягового двигателя. Часть остова, которая является магнитопроводом, утолщена. В нижней части остов имеет два сливных отверстия *a* (см. рис. 2.2). Со стороны коллекторной камеры в остове имеется вентиляционный люк, через который входит охлаждающий воздух, а со стороны, противоположной коллекторной камере, - люк и привалочные поверхности для крепления специального кожуха, образующего выходной патрубок для вентилирующего воздуха.

В остове предусмотрены два люка для осмотра коллектора и щеточного аппарата: один в верхней, другой в нижней части остова. Люки плотно закрываются крышками. Крышка верхнего люка имеет пружинный замок, с помощью которого она плотно прижимается к остову. Крышка нижнего люка крепится к остову одним болтом М20 и специальным болтом с цилиндрической пружинной.

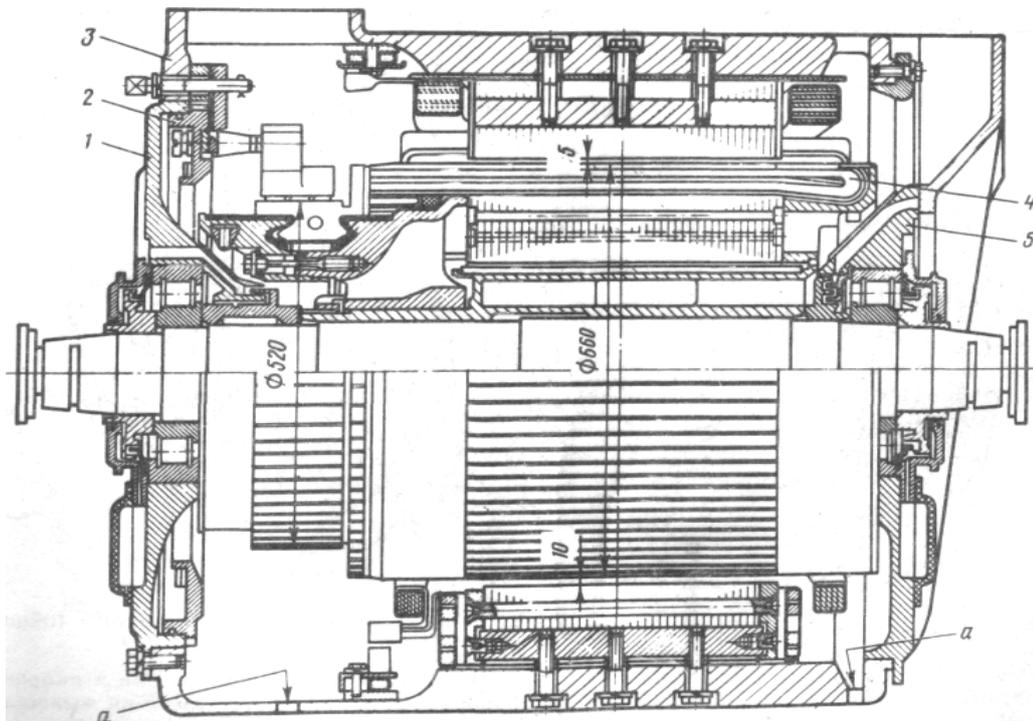
Для лучшего уплотнения на крышках люков предусмотрены войлочные прокладки. С торцов остов имеет горловины с привалочными поверхностями для установки

подшипниковых щитов с роликовыми подшипниками, в которых вращается якорь тягового двигателя.

Для повышения жесткости отливки торцовая стенка остова со стороны коллектора укреплена с внутренней стороны семью ребрами жесткости. С наружной стороны остов имеет два прилива для крепления букс моторно-осевых подшипников, прилив для крепления кронштейна подвески двигателя, предохранительные приливы, прилив для коробки выводов, приливы с отверстиями для транспортировки и кантования остова и двигателя при монтаже и демонтаже, кронштейны для крепления кожухов зубчатой передачи.

Внутреннюю поверхность утолщенной части остова растачивают по диаметру $910^{+0,23}$ мм под установку полюсов и катушек.

После установки в остов главных полюсов диаметральное расстояние между ними должно быть $669,5_{-1,00}^{+0,75}$ мм, а между добавочными полюсами ($680 \pm 0,7$) мм. Главные полюсы крепятся к остову тремя болтами М30, а добавочные — тремя болтами М20. Для предохранения от самоотвинчивания под головки болтов установлены пружинные шайбы.



**Рисунок 2.2. Продольный разрез тягового двигателя НБ-418К6:
1,5 — подшипниковые щиты; 2 — траверса; 3 — остов; 4 — якорь**

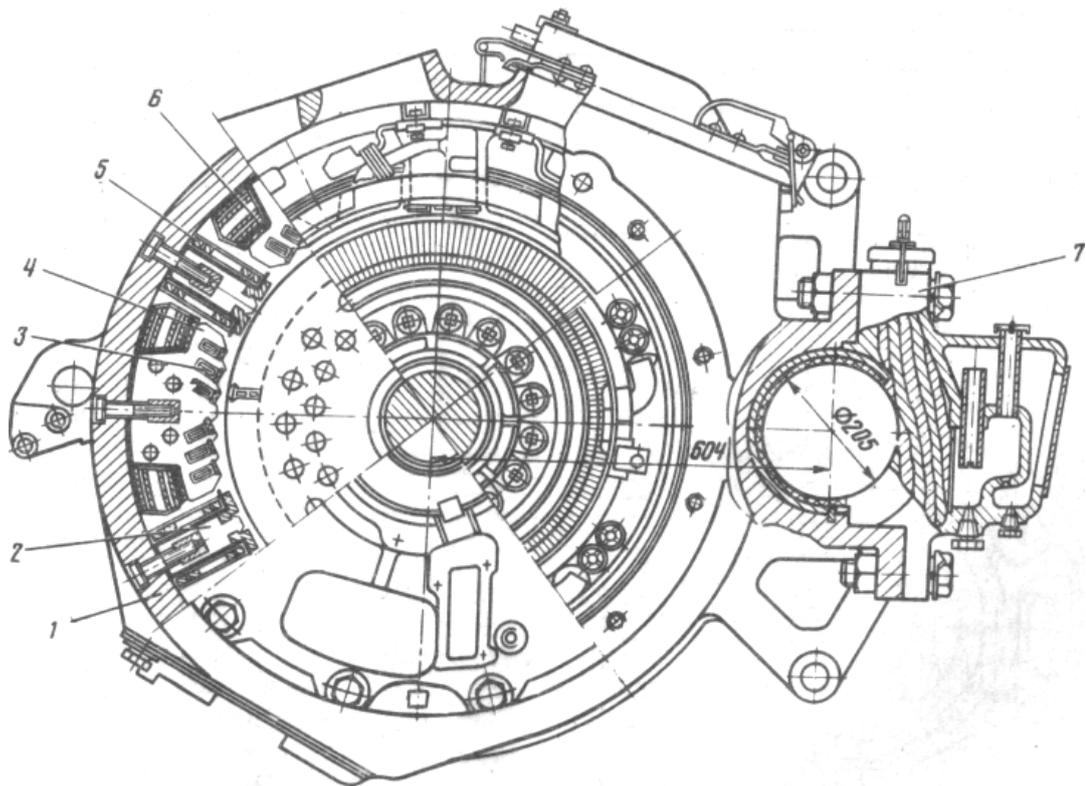


Рисунок 2.3. Поперечный разрез тягового двигателя НБ-418К6:

1 — остов; 2 — сердечник добавочного полюса; 3 — катушка компенсационной обмотки; 4 — сердечник главного полюса; 5 — катушка добавочного полюса; 6 — катушка главного полюса; 7 — моторно-осевой подшипник.

На торцевой стенке остова со стороны коллектора укреплены устройства стопорения, фиксации и проворота траверсы (рис. 2.4). Катушки компенсационной обмотки уложены в пазы сердечников главных полюсов и закреплены в них клиньями из профильного стеклопластика толщиной 5 мм. Электрический монтаж полюсных катушек (рис. 2.5) выполнен гибким проводом ПЩ, кроме соединения катушек добавочных полюсов друг с другом. Эти соединения выполнены шинами, которые крепятся к жесткому выводу катушки добавочного полюса двумя болтами М10 с пружинными шайбами. К остову межкатушечные соединения прикреплены скобами. Концы катушек выведены в коробку выводов, расположенную на остове, через резиновые втулки, установленные в специально выполненные в остове отверстия

Электрический монтаж коробки выводов выполнен проводами ППСТ площадью сечения 95 мм^2 с одним наконечником на два провода. Подсоединительные зажимы закреплены на опорных изоляторах (пальцах) из прессмассы АГ-4В. В изолятор с одного конца запрессована шпилька с резьбой М24х1,5, с помощью которой он крепится к остову. Для предохранения от самоотвинчивания под изолятор установлена пружинная шайба. Условное обозначение выводов нанесено на остове у каждого изолятора. После монтажа силовых кабелей коробку выводов закрывают стеклопластиковой крышкой и уплотняющими резиновыми клицами.

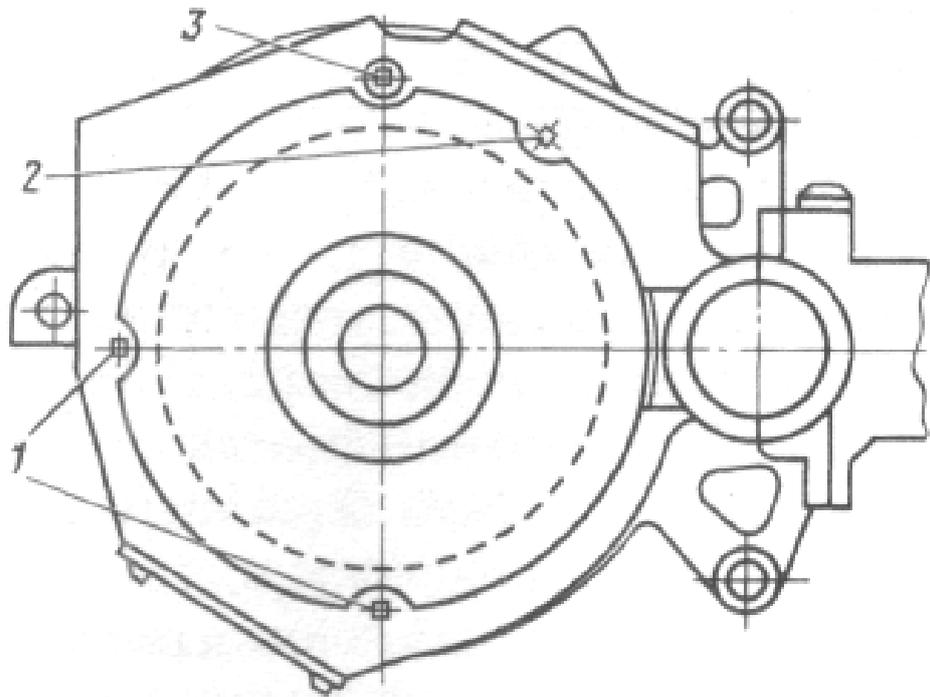


Рисунок 2.4. Расположение на осто́ве устройств стопорения, фиксации и проворота траверсы:
1 — болты стопорного устройства; **2** — болт фиксатора;
3 — валик шестерни поворотного механизма.

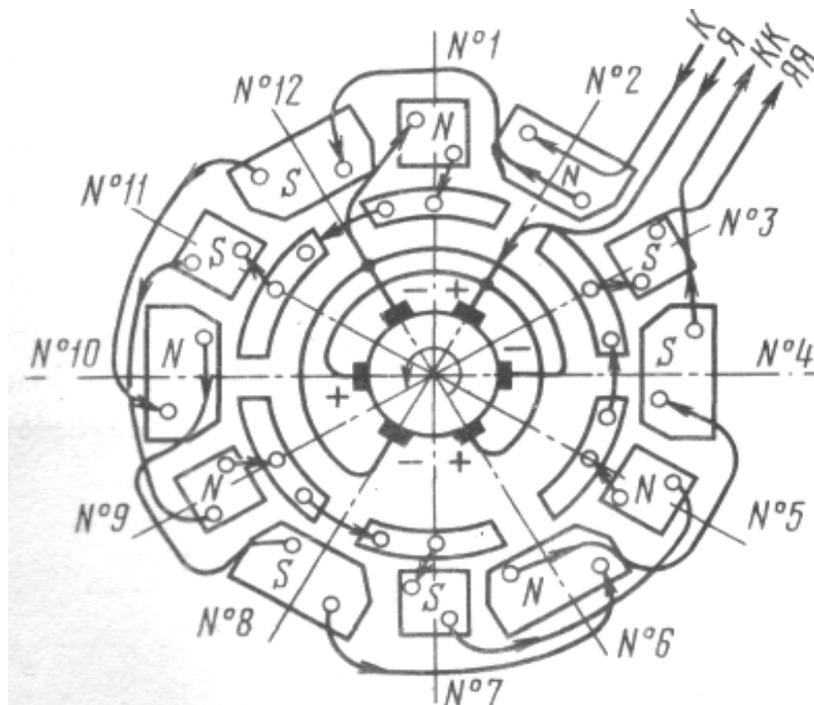


Рисунок 2.5. Схема соединения полюсных катушек тягового двигателя.

Для исключения проникновения пыли и влаги коробка выводов уплотнена прокладками из губчатой резины.

Главный полюс состоит из сердечника, катушки и деталей крепления. Сердечник главного полюса выполнен шихтованным из штампованных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм и сварных боковин толщиной 9 мм, набранных из листовой стали толщиной 1,5 мм. В каждом сердечнике имеется по шесть пазов открытой формы шириной

13,5_{-0,3} и глубиной 44,5_{-0,3} мм, расположенных параллельно продольным осям добавочных полюсов. В эти пазы укладывают катушки компенсационной обмотки. Для сборки сердечника используют пять заклепок диаметром 16 и две заклепки диаметром 10 мм, которые после сборки развальцовывают по торцам под прессом. Для крепления полюсов к остову в сердечник запрессован стальной стержень размером 45x45 мм с тремя резьбовыми отверстиями под болты М30.

Катушки главных полюсов имеют по 11 витков, намотанных на узкое ребро из мягкой шинной меди размером 4x65 мм. Для лучшего прилегания катушек к внутренней поверхности остова их формуют в специальных приспособлениях для придания им формы внутренней поверхности остова. Корпусная изоляция катушек состоит из пяти слоев микаленты ЛМК-ТТ толщиной 0,13 мм и одного слоя стеклоленты ЛЭС толщиной 0,2 мм, уложенных с перекрытием в половину ширины ленты.

На пазовой части поверхности катушек, прилегающей к остову, приклеены предохранительные прокладки из электронита толщиной 1 или 0,5 мм. В окне катушки на лобовых частях приклеены прокладки из электронита толщиной 1 или 2 мм, которые предохраняют корпусную изоляцию катушки от повреждения при уплотнении катушки на сердечнике. Межвитковая изоляция — асбестовая бумага толщиной 0,3 мм в два слоя. К конечным виткам катушки меднофосфористым припоем припаяны выводы из провода ПЩ.

При сборке между катушкой и сердечником устанавливают пружинные рамки из стали 60С2А толщиной 3 мм, а в окно катушки - предохранительный фланец из стали толщиной 1 мм. В лобовых частях катушек для плотного закрепления катушек на сердечниках между катушкой и сердечником ставят уплотняющие клинья из прессмассы АГ-4В. Между остовом и полюсом устанавливают по одной прокладке из стали толщиной 0,5 мм. Добавочный полюс состоит из сердечника, катушки и пружинного предохранительного фланца из стали 60С2А толщиной 1,5 мм, прижимающего катушку к остову.

Сердечник полюса выполнен шихтованным из штампованных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Сердечник собирают на двух заклепках диаметром 8 мм и стержне размером 30x30 мм. В стержне предусмотрены три резьбовых отверстия под болты М20 для крепления сердечника к остову. На сердечник полюса со стороны остова установлены немагнитная (гетинаксовая) прокладка толщиной 7^{+0,1} мм и стальная прокладка толщиной 2,2^{+0,1} мм, которая предохраняет гетинаксовую прокладку от смятия в остове при затяжке полюсных болтов. Обе прокладки прикреплены к сердечнику полюса двумя винтами М5x16. Со стороны якоря к сердечнику с двух сторон приклепаны угольники из дюралюминиевого профиля Д16Т, на которые через пружинные фланцы опирается катушка.

Катушки добавочного полюса имеют по восемь витков, намотанных из мягкой медной проволоки размером 12,5x12,5 мм. Корпусная изоляция катушек состоит из пяти слоев микаленты ЛМК-ТТ толщиной 0,13 мм и одного слоя стеклоленты толщиной 0,1 мм, уложенных с перекрытием в половину ширины ленты. По верху и низу пазовой части катушки приклеены прокладки из электронита толщиной 0,5 или 1 мм. Межвитковая изоляция - асбестовая бумага толщиной 0,3 мм в два слоя. Выводы катушек добавочных полюсов для соединения друг с другом жесткие из мягкой меди толщиной 8 мм, а для соединения с катушками компенсационной обмотки - гибкие из провода ПЩ. К конечным виткам катушки выводы припаяны меднофосфористым припоем. При сборке катушек с сердечниками между катушкой и сердечником устанавливают предохранительные пружинные фланцы.

Для повышения монолитности изоляции катушки главных и добавочных полюсов после изолирования выпекают в специальных приспособлениях, а для повышения влагостойкости покрывают эмалью ЭП-91.

Компенсационная обмотка состоит из шести отдельных катушек по шесть витков каждая. Располагается она в пазах главных полюсов. Компенсационные катушки намотаны из мягкой медной проволоки размером 4,4x35 мм таким образом, что в каждом пазу главного полюса располагаются по два стержня.

Корпусная изоляция состоит из четырех слоев слюдинитовой ленты ЛСЭК-5-СПл толщиной 0,1 мм, одного слоя стекло ленты толщиной 0,1 мм, уложенных с перекрытием в половину ширины ленты, и одного слоя фторопластовой ленты толщиной 0,020 мм, наложенной с перекрытием в 1/4 ширины ленты.

Витковая изоляция - один слой слюдинитовой ленты ЛСЭК-5-СПл толщиной 0,1 мм, наложенной с перекрытием в половину ширины ленты. Выводы катушек - гибкие из провода ПЩ, припаяны они к катушкам медно фосфористым припоем.

Изолированные катушки до укладки их в пазы полюсов сушке не подвергаются. Сушка изоляции проводится в остане после монтажа катушек в течение 2 ч при токе 900 А и 5 ч при токе 800 А.

Траверса тягового двигателя (рис. 2.6) стальная, отлита из стали 25ЛП. Она выполнена в виде разрезного кольца. По наружному ободу траверса имеет зубья, входящие в зацепление с зубьями шестерни поворотного механизма. На траверсе закреплены шесть кронштейнов с пальцами и шесть щеткодержателей. В остане она закреплена фиксатором, установленным против верхнего коллекторного люка, и прижата к подшипниковому щиту двумя стопорными устройствами (см. рис. 2.4) и специальным разжимным устройством.

Разжимное устройство, расположенное на траверсе против нижнего коллекторного люка, позволяет обеспечивать размер щели в месте разреза кольца не менее 4 - 7,5 мм в рабочем положении и не более 2 мм, когда требуется осуществлять проворот траверсы для осмотра щеткодержателей и смены щеток.

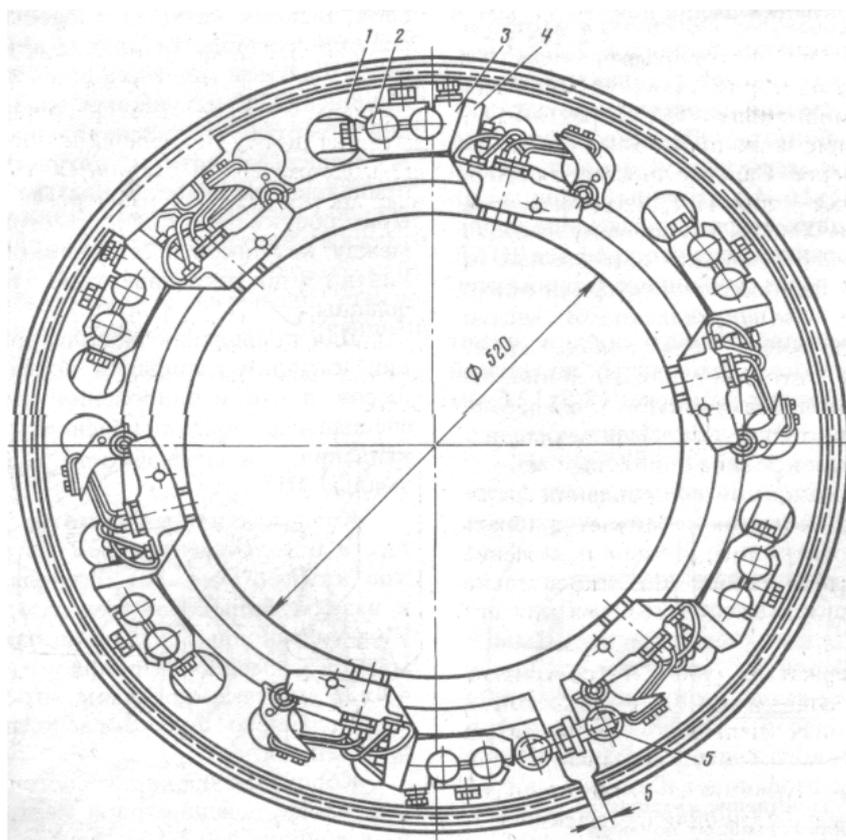
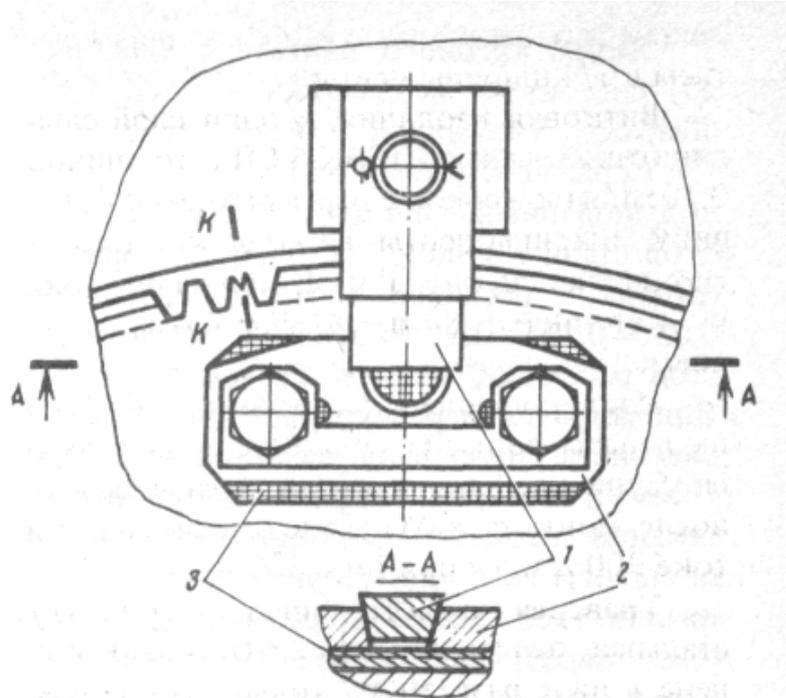


Рисунок 2.6. Траверса:

1 — корпус траверсы; 2 — изоляционный палец; 3 — кронштейн щеткодержателя; 4 — щеткодержатель; 5 — разжимное устройство

Разжимное устройство состоит из двух шарниров, закрепленных гайками с шайбами на траверсе, шпильки и пружинного стопора. Один шарнир имеет отверстие с правой резьбой, другой — с левой. В шарниры вкручена шпилька, имеющая шести-гранник для вращения ее ключом, и зубчатое колесо для стопорения. При вращении шпильки происходит разжатие или сжатие траверсы. С помощью разжимного устройства траверса крепится в проточке подшипникового щита.

Поворотный механизм траверсы состоит из шестерни с валиком, закрепленным в отверстии на остова. Шестерня входит в зацепление с траверсой. Валик имеет квадратную головку размером 24x24 мм. При вращении валика ключом-трещоткой шестерня



поворачивает траверсу. Поворачивать траверсу допускается только до места, где она имеет разрез.

Рисунок 2.7. Установка траверсы тягового двигателя на нейтраль:

1 — фиксатор; 2 — накладка; 3 — подкладка

Для установки траверсы на нейтраль (рис. 2.7) предусмотрена накладка с пазом для входа фиксатора, прикрепленная двумя болтами к траверсе. При регулировке положения траверсы накладку можно перемещать.

Кронштейн щеткодержателя разъемный, состоит из корпуса и накладки, которые при помощи болта М16 закреплены на двух изоляционных пальцах, установленных на траверсе. Пальцы представляют собой стальные шпильки, опрессованные пресс-массой АГ-4В. Щеткодержатель крепят к кронштейну шпилькой М16 и гайкой с пружинной шайбой. Фиксацию щеткодержателя в осевом направлении относительно петушков коллектора осуществляют специальной шайбой, помещенной на шпильке крепления корпуса щеткодержателя к кронштейну. На сопрягаемых поверхностях кронштейна и щеткодержателя для более надежного их крепления сделана гребенка, которая позволяет выбрать и зафиксировать определенное положение щеткодержателя по высоте относительно рабочей поверхности коллектора при его износе.

Щеткодержатель (рис. 2.8) состоит из корпуса, имеющего три окна для щеток, и трех нажимных пальцев с резиновыми амортизаторами. Корпус и пальцы отлиты из латуни. Нажатие нажимных пальцев на щетки создают три цилиндрические пружины растяжения,

прикрепленные одним концом к оси, вставленной в отверстие корпуса щеткодержателя, другим - к оси на нажимном пальце с помощью винта, который одновременно служит для регулирования нажатия пружины. Нажимной механизм обеспечивает непрерывное нажатие на щетку по мере ее износа. В окна щеткодержателя вставляются три разрезные щетки ЭГ-61А размером (2x12,5)x32x57 мм.

Выводы траверсы от двух верхних кронштейнов выполнены проводом ППСТ. Кронштейны соединены друг с другом изолированными медными шинами, закрепленными на траверсе стальными скобами.

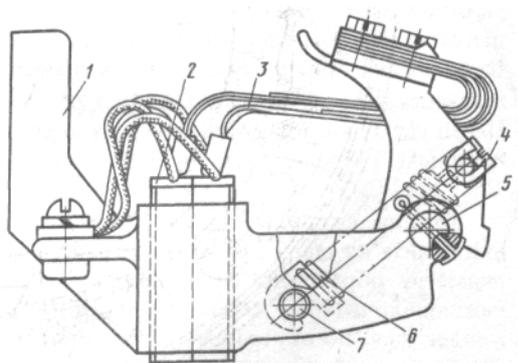


Рисунок 2.8. Щеткодержатель:

1 - корпус щеткодержателя; 2 - щетка; 3 - палец нажимной; 4 - винт регулировочный; 5, 7 - оси; 6 — цилиндрическая пружина

2.2 Конструкция якоря тягового электродвигателя НБ418К6

Якорь тягового двигателя (см. рис. 2.2) состоит из сердечника, коллектора и обмотки, уложенной в пазы сердечника. Сердечник набран на втулку якоря из штампованных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм, которые посажены прессовой посадкой с натягом 0,035-0,135 мм. Наружный диаметр листов равен 660 мм, а внутренний 315 мм. Для устранения распушения зубцов крайние листы выполнены из стали толщиной 1 мм и попарно сварены точечной контактной сваркой. При сборке сердечников штампованные листы ориентируют по направляющей шпонке, размеры которой предусматривают лишь обеспечение правильности фиксации отдельных листов с тем, чтобы точно совпали их пазы и зубцы. Сердечник якоря после запрессовки закреплен с одной стороны задней нажимной шайбой, а с другой — корпусом коллектора. В сердечнике имеется 87 пазов открытой формы для размещения обмотки, которые калибруются до размеров по ширине $9,8^{+0,2}$ мм и глубине $42,1^{+0,1}$ мм, и 44 аксиальных отверстия диаметром 30 мм для прохода вентилирующего воздуха, которые расположены в два ряда. Задняя нажимная шайба, отлитая из стали 25Л11, представляет собой два кольца, которые соединены ребрами.

Внутреннее кольцо является втулкой для посадки на вал, а наружное — упором для сердечника и обмоткодержателем. Для предохранения лобовых частей обмотки якоря от механических повреждений на шайбе имеется защитный фланец. Нажимная шайба

насаживается на втулку якоря прессовой посадкой с натягом 0,135-0,22 мм. Перед установкой шайбу нагревают индукционным нагревателем до температуры 150-200° С.

Втулка якоря коробчатой конструкции отлита из стали 25Л1П. По наружному диаметру обработана под посадку задней нажимной шайбы, сердечника якоря и коллектора, по внутреннему - под посадку на вал. На выступающем конце втулки имеется резьба М175х3 для гайки крепления коллектора.

Передняя нажимная шайба объединена с втулкой коллектора.

Вал якоря выполнен из стали 20ХНЗА и термически обработан. Он имеет плавные переходы от одного диаметра к другому. Концы вала заканчиваются конусами для посадки шестерен, а в торцах имеется внутренняя резьба М60х3 для установки специальных гаек при снятии шестерен. На конусных поверхностях вала предусмотрены специальные канавки, предназначенные для съема шестерен гидравлическим способом, и шпоночные канавки для установки муфт при испытаниях двигателей на стенде. На вал напрессовывается без шпонки усилием 686-981 кН. (70— 100 тс) втулка якоря с натягом 0,13— 0,19 мм. Такая конструкция якоря обеспечивает возможность замены вала без полной разборки якоря.

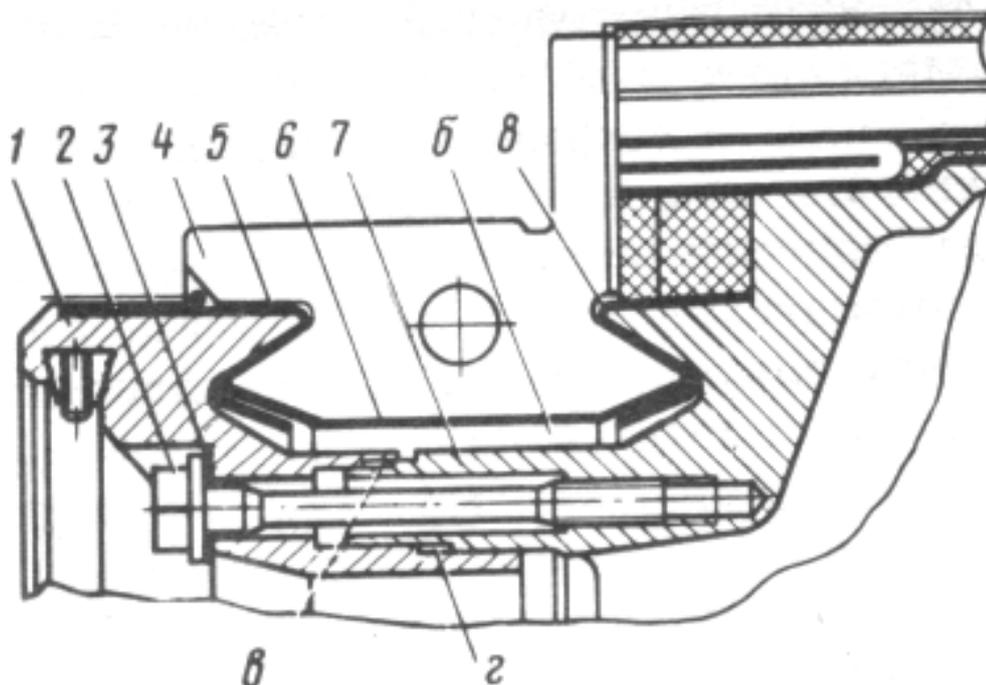


Рисунок 2.9. Коллектор:

1 — нажимной конус; 2 — коллекторный болт; 3 — уплотнительная шайба; 4 — коллекторные пластины; 5, 8 — манжеты; 6 — цилиндр; 7 — втулка коллектора

Коллектор (рис. 2.9) имеет конструкцию арочного типа (в зависимости от способа крепления коллекторных пластин). Он состоит из комплекта коллекторных и изоляционных пластин, изоляционных манжет и цилиндра, крепящих болтов с уплотнительными шайбами, втулки коллектора и нажимного конуса. На втулку якоря коллектор напрессован усилием 186-421 кН (19-43 тс) с натягом 0,055-0,125 мм и последующей допрессовкой коллектора и сердечника якоря усилием 1108-1215 кН (113-124 тс). Гайку коллектора устанавливают, не снимая усилие допрессовки. Коллектор набран из 348 медных пластин, которые изолированы друг от друга миканитовыми прокладками. От втулки коллектора и нажимного конуса коллекторные пластины изолированы миканитовыми манжетами и цилиндром.

Кольцо, собранное из медных и миканитовых пластин, устанавливают на втулку коллектора и зажимают между конусом и втулкой усилием 1079. кН (НО тс), после этого стягивают 16 болтами с резьбой М20. Момент затяжки коллекторных болтов под прессом 88-98 Н • м (9— 10 кгс • м). Под головки болтов установлены специальные уплотнительные шайбы из мягкой отожженной меди толщиной 2 мм. Коллекторные болты изготовлены из стали 35ХГСА.

Коллекторные пластины выполнены из меди ПКМС (с присадкой серебра). Петушки изготовлены из меди ПКМ и припаяны к коллекторным пластинам меднофосфористым припоем. В петушках профрезерованы шлицы для впайки концов катушек якоря. Для уменьшения массы коллекторных пластин в средней части каждой из них выштамповано отверстие диаметром 30 мм.

Межламельные изоляционные прокладки сделаны из коллекторного миканита толщиной 1,4 мм. Толщина манжет $2,4^{+0,2}_{-0,1}$, цилиндра $1^{+0,5}$ мм.

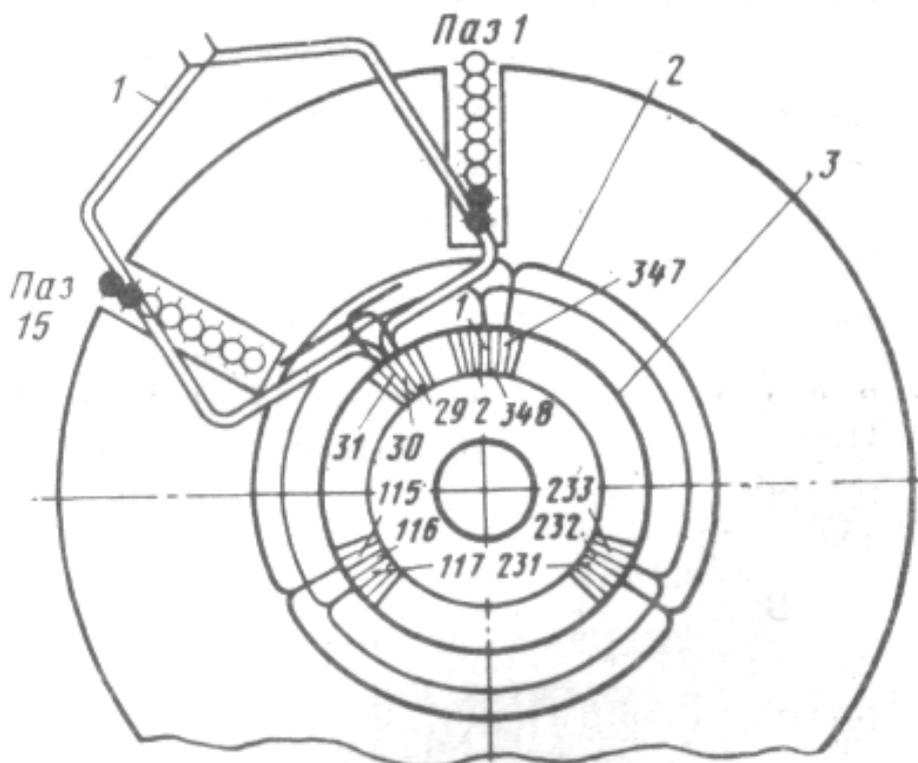
Втулка коллектора и нажимной конус отлиты из стали 25Л-П1 и термически обработаны.

Для обеспечения герметичности коллекторной камеры б на коллекторе имеются два уплотнительных замка виг, которые плотно заполняются уплотнительной замазкой ТГ-18.

При разборке якоря коллектор может быть целиком спрессован с вала.

2.3 Обмотка якоря тягового электродвигателя НБ-418Кб

Обмотка якоря простая петлевая с уравнивателями первого рода, расположенными на стороне коллектора под катушками якоря. Она состоит из 87 якорных катушек и 58 катушек уравнивателей, концы которых впаяны в петушки коллектора припоем ПСР2,5. Подсоединение уравнивателей к коллектору выполнено с шагом 1-117 при двух уравнителях на паз. Шаг якорных катушек по пазам 1-15, по коллектору 1-2 (рис. 2.10).



Уравнительная обмотка укреплена на якоре стеклобандажом. Обмотка якоря в пазах сердечника закреплена клиньями из профильного стеклопластика толщиной 5 мм, а лобовые части обмотки закреплены стек лобандажами. Каждая катушка якоря состоит из четырех элементарных проводников, рас-

Рисунок 2.10. Схема соединения катушек якоря и уравнивателей с коллекторными пластинами тягового двигателя (вид со стороны коллектора):

1 — катушка якоря; 2 — уравнитель; 3 — коллекторные пластины

положенных в пазу плашмя и выполненных из обмоточного провода ПЭТВСДТ размером 3,55x7.1 мм.

При входе в петушки коллектора проводники повернуты на 90° и расплющены по толщине до размера $1,8^{+0,05}_{-0,1}$ мм. Корпусная изоляция якорных катушек выполнена из четырех слоев слюдинитовой ленты ЛСЭК-5-СПл толщиной 0,1 мм, наложенных с перекрытием в половину ширины ленты, одного слоя фторопластовой ленты толщиной 0,02 мм, наложенной с перекрытием в 1/4 ширины ленты, и одного слоя стеклоленты толщиной 0,1 мм, наложенной встык.

Уравнители изготовлены из провода ПЭТВСД размером 1,7x5,0 мм. Каждые три уравнителя объединены в катушку, которая изолирована одним слоем стеклоленты толщиной 0,1 мм, наложенной с перекрытием в половину ширины ленты.

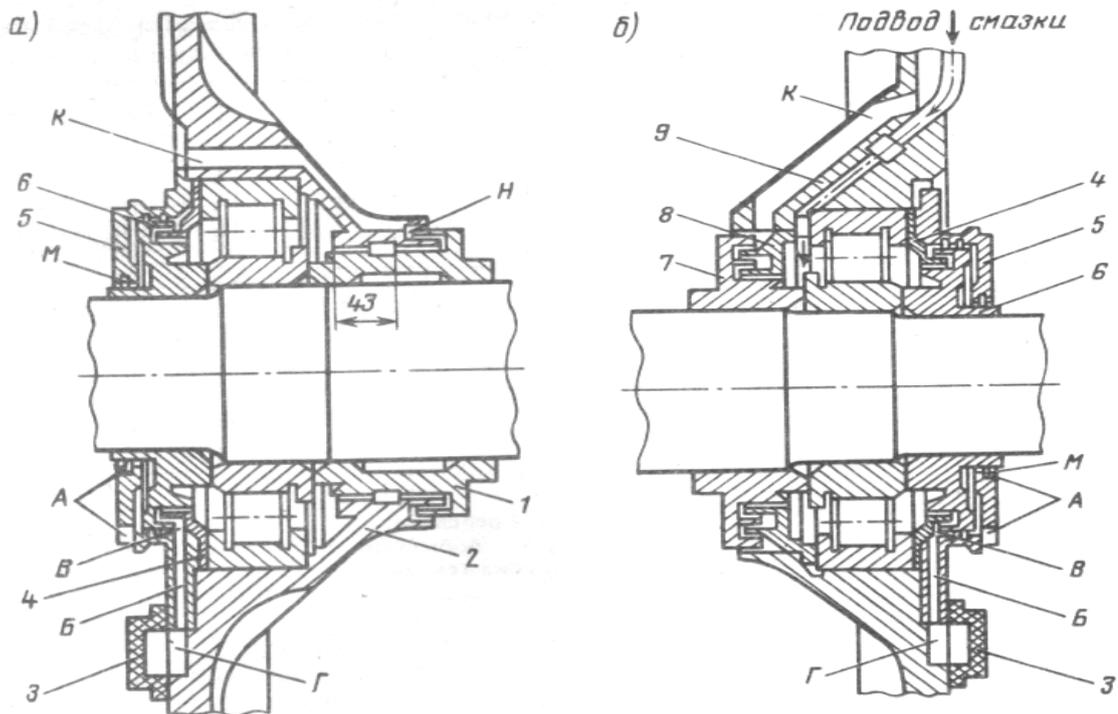
Для повышения влагостойкости изоляции обмотку якоря 3 раза пропитывают в лаке ФЛ-98, в том числе один раз вакуумнагнетательным способом. Наружная поверхность сердечника до петушков покрыта зеленой электроизоляционной эмалью ЭП-91.

Подшипниковые щиты отлиты из стали 25Л1 и предназначены для крепления якорных подшипников. Подшипниковые щиты имеют гнезда для посадки наружного кольца подшипника, развитые посадочные утолщения по наружному контуру для запрессовки щитов в остов и фланцы с отверстиями для закрепления их болтами к остову.

Для снятия щитов во фланцах имеются четыре отверстия с резьбой М30 для выжимных болтов, с помощью которых щиты выпрессовываются из остова при разборке тягового двигателя.

Внутренним поверхностям щитов придана плавная конфигурация, обеспечивающая направление потока вентилирующего воздуха. С наружной стороны на щитах имеются специальные бобышки с резьбой М30х2 для крепления кожухов зубчатой передачи и камеры для сбора отработанной смазки. В щите со стороны коллектора сделаны внутренний бурт с поверхностью, обработанной по диаметру $720,5^{+0,03}$ мм для подвижной посадки траверсы, и два люка для проверки состояния крепления шинных соединений и замены поврежденных кронштейнов щеткодержателей под электровозом. Щит со стороны, противоположной коллектору, имеет люки для выхода вентилирующего воздуха из двигателя, закрытые стеклопластовым кожухом с расширяющимся сечением кверху в виде раструба, и отъемную внутреннюю крышку подшипника. В остов подшипниковые щиты запрессовываются с натягом 0,07-0,15 мм и прикреплены к нему каждый 12 болтами М20. Изготовлены болты из стали 40Х и термически обработаны. Под головки болтов установлены пружинные шайбы. Оба якорных подшипника тягового двигателя являются подшипниками средней серии типа Н042330ЛШ с радиальными цилиндрическими роликами. Для работы подшипников используют смазку ЖРО. Подшипниковые камеры заполняют смазкой (не более чем на 2/3 их объема). Добавляют смазку через трубки, ввернутые в отверстия, сообщающиеся с подшипниковыми камерами.

Внутренние кольца подшипников посажены на вал двигателя горячей посадкой с натягом 0,035—0,065 мм. Перед посадкой кольца нагревают в масляной ванне. В осевом на-



правлении внутренние кольца подшипников точно зафиксированы на валу втулками 1, 7 (рис. 2.11) и кольцом 6. Наружные кольца запрессованы в гнезда подшипниковых щитов и закреплены в аксиальном направлении крышкой 5. Крышка подшипника крепится к щиту шестью болтами М1 6. Под головки болтов установлены специальные плоские шайбы, предохраняющие болты от самоотвинчивания. Конструкцией подшипниковых щитов предусмотрены уплотняющие устройства, защищающие роликовые подшипники от проникновения жидкой смазки из кожухов зубчатой передачи и утечек смазки из подшипниковых камер.

Рисунок 2.11. Подшипниковые узлы тягового двигателя со стороны коллектора (а) и против коллектора (б)

С внутренней стороны подшипниковых щитов лабиринтные уплотнения через дренажные отверстия *К* сообщаются с атмосферой, что способствует выравниванию давления в подшипниковых камерах до уровня атмосферного и тем самым исключается выдавливание смазки разностью давлений, возникающей в работающем двигателе при продувке через него вентилирующего воздуха. Многоходовой извилистый зазор образуется со стороны коллектора подшипниковым щитом 2 и втулкой 7, а со стороны, противоположной коллектору, — крышкой 8, втулкой 7 и подшипниковым щитом 9.

С наружной стороны подшипниковых щитов лабиринтные уплотнения образуются кольцами 4, 6 и крышкой 5.

При работе двигателя отработанная смазка попадает в камеру *В* и выбрасывается через отверстие *Б* в крышке 5 в камеру *Г* с крышкой 3. Эту крышку необходимо периодически во время добавления смазки в подшипники снимать и очищать ее и камеру от скопившейся в них отработанной смазки. Смазка, проникшая в подшипниковые узлы из кожуха зубчатой передачи, удаляется обратно в кожух зубчатой передачи через отверстия *А* в крышке 5, а та ее часть, которая попала в камеру *В*, выбрасывается через отверстие *Б* в камеру *Г*.

3.1 Общие понятия и определения о балансировке

Ротор - тело, которое при вращении удерживается своими несущими поверхностями в опорах.

Неуравновешенность - состояние ротора, характеризующееся таким распределением масс, которое во время вращения вызывает переменные нагрузки на опорах ротора и его изгиб.

Различают **статическую, моментную, динамическую и квазистатическую** неуравновешенность.

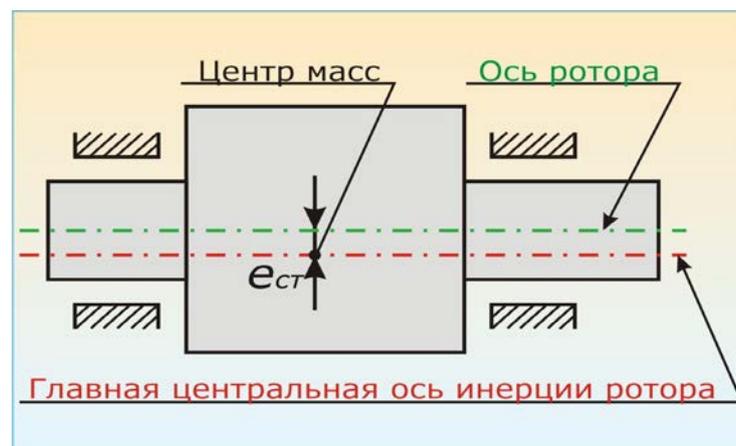


Рисунок 3.1.

Статическая неуравновешенность ротора

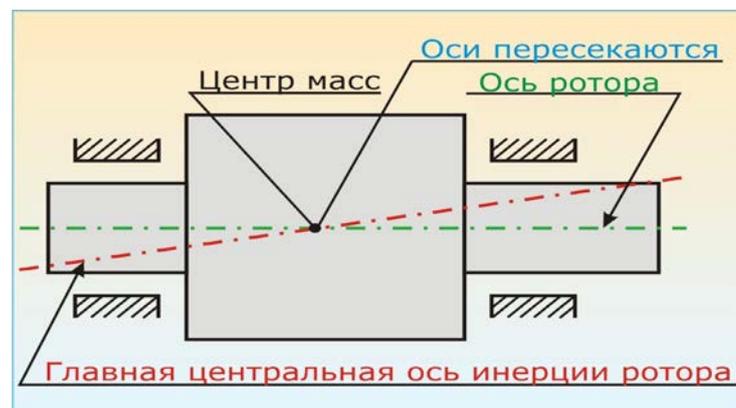


Рисунок 3.2. Моментная неуравновешенность ротора

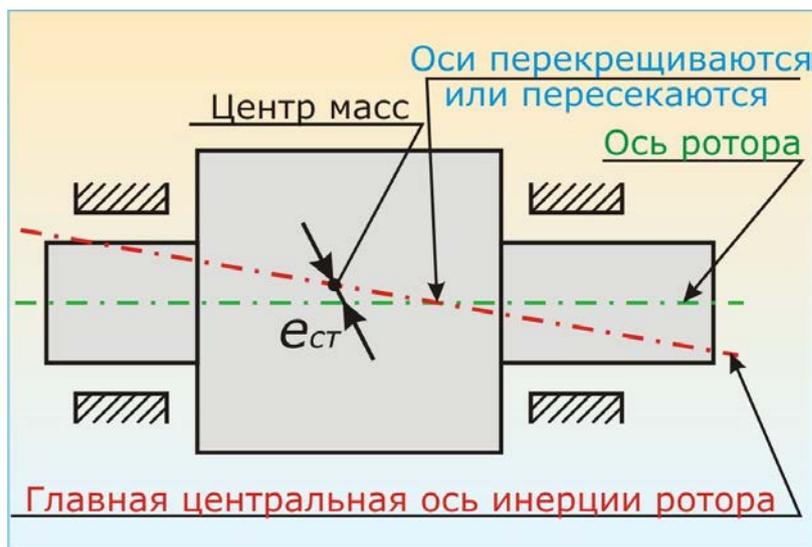


Рисунок 3.3. Динамическая неуравновешенность ротора

Эксцентриситет массы - радиус-вектор центра рассматриваемой массы относительно оси ротора.

Дисбаланс - векторная величина, равная произведению неуравновешенной массы на ее эксцентриситет.

Значение дисбаланса - числовое значение, равное произведению неуравновешенной массы на модуль ее эксцентриситета.

Угол дисбаланса - угол, определяющий положение вектора дисбаланса в системе координат, связанной с осью ротора.

Корректирующая масса - масса, используемая для уменьшения дисбалансов ротора.

Плоскость коррекции - плоскость, перпендикулярная оси ротора, в которой расположен центр корректирующей массы.

Плоскость приведения дисбаланса - плоскость, перпендикулярная оси ротора, в которой задают значение и угол дисбаланса.

Плоскость измерения дисбаланса - плоскость, перпендикулярная оси ротора, в которой измеряют значение и угол дисбаланса.

Начальный дисбаланс - дисбаланс, в рассматриваемой плоскости, перпендикулярной оси ротора, до корректировки его масс.

Остаточный дисбаланс - дисбаланс в рассматриваемой плоскости, перпендикулярной оси ротора, который остается в ней после корректировки его масс.

Допустимый дисбаланс - наибольший остаточный дисбаланс в рассматриваемой плоскости, перпендикулярной оси ротора, который считается приемлемым.

Удельный дисбаланс - отношение модуля главного вектора дисбаланса к массе ротора. Удельный дисбаланс определяет значение эксцентриситета центра масс ротора.

Допустимый удельный дисбаланс - наибольший удельный дисбаланс, который считается приемлемым.

Минимальный достижимый остаточный удельный дисбаланс - наименьшее значение остаточного удельного дисбаланса, которое может быть достигнуто на станке при балансировке контрольного ротора методом, определяемым инструкцией по эксплуатации этого станка.

Балансировка ротора - процесс определения значений и углов дисбалансов ротора и уменьшение их корректировкой его масс.

Статическая балансировка - балансировка, при которой определяется и уменьшается главный вектор дисбалансов ротора, характеризующий его статическую неуравновешенность.

Моментная балансировка - балансировка, при которой определяется и уменьшается главный момент дисбалансов ротора, характеризующий его моментную неуравновешенность.

Динамическая балансировка - балансировка, при которой определяются и уменьшаются дисбалансы ротора, характеризующие его динамическую неуравновешенность.

Балансировочный станок - станок, определяющий дисбалансы ротора для уменьшения их корректировкой масс. Является необходимым технологическим оборудованием для проведения динамической балансировки и статической в динамическом режиме.

3.2 Определение необходимой точности балансировки (методика расчёта)

По табл. 3.1 определить класс точности балансируемого изделия.

Таблица 1

Классы точности балансировки для различных групп жестких роторов

Классы точности балансировки по ГОСТ 22061-76	$e_{ст} \cdot \omega_{з. макс.}$ мм*рад/с или классы точности балансировки по ISO 1940	Типы роторов
1	0,4	Шпиндели, шлифовальные круги и роторы электродвигателей прецизионных шлифовальных станков. Гироскопы.
2	1,0	Приводы магнитофонов и проигрывателей. Приводы шлифовальных станков. Роторы небольших электродвигателей специального назначения.
3	2,5	Газовые и паровые турбины, включая главные турбины торговых судов. Турбогенераторы с жесткими роторами. Турбокомпрессоры. Приводы металлообрабатывающих станков. Роторы средних и крупных электродвигателей со специальными требованиями. Роторы небольших электродвигателей. Турбонасосы.
4	6,3	Части технологического оборудования. Главные редукторы турбин торговых судов. Бараны центрифуг. Вентиляторы. Роторы авиационных газотурбинных двигателей в сборе. Маховики. Крыльчатки центробежных насосов. Части станков и машин общего назначения. Роторы обычных электродвигателей. Отдельные детали двигателей со специальными требованиями.
5	16	Приводные валы (валы судовых винтов, карданные валы) со специальными требованиями. Части дробилок. Части сельскохозяйственных машин.

		Отдельные части двигателей (бензиновых или дизельных) легковых автомобилей, грузовиков и локомотивов. Узел коленчатого вала двигателя с шестью и более цилиндрами со специальными требованиями.
6	40	Узел коленчатого вала высокооборотного дизеля с шестью и более цилиндрами. Двигатели в сборе (бензиновые и дизельные) для легковых и грузовых автомобилей и локомотивов.
7	100	Колеса легковых автомобилей, ободы колес, бандажи, приводные валы, тормозные барабаны автомобиля, колесные пары.

Используя график, показанный на рис.3.4., зная максимальную эксплуатационную скорость изделия провести вертикаль до пересечения с верхней границей выбранного класса и по оси ординат найти значение удельного дисбаланса $e_{ст}$.

Система классов точности балансировки

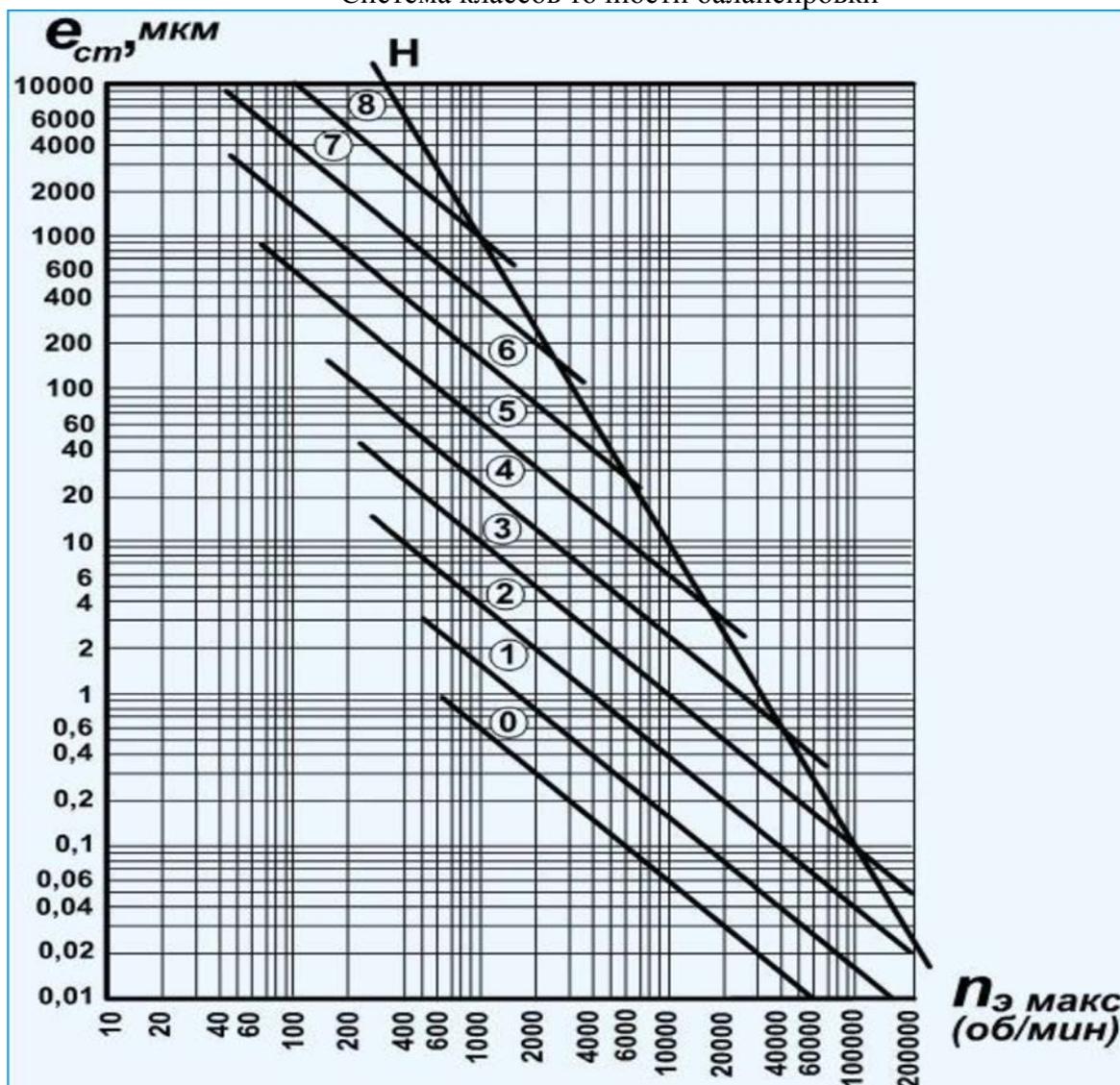


Рис.3.4. График зависимости удельного дисбаланса от частоты вращения ротора и класса точности балансировки

Определить главный вектор допустимого дисбаланса ротора по формуле:

$$D_{ст.доп} = e_{ст} * m_{ротора} - D_{ст.т.} - D_{ст.э.},$$

где $e_{ст}$ - табличное значение удельного дисбаланса;

D_{ст.т.} - значение главного вектора технологических дисбалансов изделия, возникающих в результате сборки ротора, из-за монтажа деталей (шкивов, полумуфт, подшипников, вентиляторов и т.д.), которые имеют собственные дисбалансы, вследствие отклонения формы и расположения поверхностей и посадочных мест, радиальных зазоров и т.д;

D_{ст.э.} - значение главного вектора эксплуатационных дисбалансов изделия, возникающих из-за неравномерности износа, релаксации, выжигания, кавитации деталей ротора и т.п. за заданный технический ресурс или до ремонта, предусматривающего балансировку.

Как показала практика, в большинстве случаев, если выбирать значение удельного дисбаланса по нижней границе класса точности (при этом удельный дисбаланс в 2.5 раза меньше удельного дисбаланса, определенного для верхней границы класса), то главный вектор допустимого дисбаланса можно вычислять по формуле:

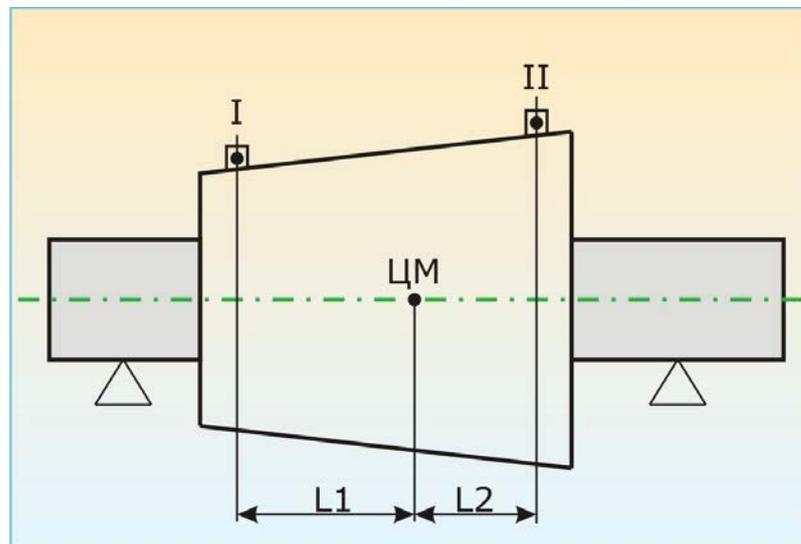
$$D_{ст.доп} = e_{ст} * m_{ротора}.$$

Главный вектор допустимого дисбаланса пересчитывается в допустимые дисбалансы плоскостей коррекции (D_{доп1} и D_{доп2}) по соотношению расстояний от центра масс ротора до этих плоскостей (частный случай для межопорного типа ротора).

$$D_{доп1} = D_{ст.доп.} * (L2/(L1+L2));$$

$$D_{доп2} = D_{ст.доп.} * (L1/(L1+L2));$$

$$D_{ст.доп.} = D_{доп1} + D_{доп2}.$$



3.3 Назначение станда для балансировки якорей тягового электродвигателя НБ-418Кб

Станок для статической балансировки - балансировочный станок, определяющий только главный вектор дисбалансов.

Станок для динамической балансировки - балансировочный станок, определяющий дисбалансы на вращаемом им роторе.

Дорезонансный балансировочный станок - станок для динамической балансировки, у которого частота вращения ротора при балансировке ниже наименьшей собственной частоты колебаний системы, состоящей из ротора и паразитной массы.

Резонансный балансировочный станок - станок для динамической балансировки, у которого частота вращения ротора при балансировке равна собственной частоте колебаний системы, состоящей из ротора и паразитной массы.

Зарезонансный балансировочный станок - станок для динамической балансировки, у которого частота вращения ротора при балансировке выше наибольшей собственной частоты колебаний системы, состоящей из ротора и паразитной массы.

Балансировочная оправка - сбалансированный вал, на который монтируют подлежащее балансировке изделие.

3.4. Балансировка якорей тягового электродвигателя НБ-418Кб

Отремонтированные роторы и якоря электрических машин подвергают статической, а при необходимости и динамической балансировке в сборе с вентиляторами и другими вращающимися частями. Балансировку производят на специальных станках для выявления неуравновешенности (дисбаланса) масс ротора или якоря, являющейся частой причиной возникновения вибрации при работе машины.

Отремонтированные роторы и якоря электрических машин подвергают статической, а при необходимости и динамической балансировке в сборе с вентиляторами и другими вращающимися частями.

Кривые зависимости электромагнитной постоянной времени параллельной обмотки возбуждения при ненасыщенных двигателях ТЗ от номинальных мощностей двигателей Рн краново-металлургических типов МП и общего применения типов ПН.

Коэффициент самоиндукции обмоток якоря электрических машин определяется следующим образом.

Внутри окружности, изображающей якорь электрической машины, ставят условные буквы (русского алфавита), чаще всего - первые буквы ее названия: Д - двигатель, Г - генератор, В-возбудитель. Внутри условного изображения якоря тягового двигателя часто ставят цифру, показывающую порядковый номер двигателя на моторном вагоне.

Обмотка якоря разделяется на две части - уложенную в пазы и лобовую. Условия охлаждения и теплообмена этих частей различны.

При вращении роторов и якорей электрических машин возникают центробежные силы, стремящиеся вытолкнуть обмотку из пазов и отогнуть ее лобовые части. Чтобы противодействовать центробежным силам и удержать обмотку в пазах, используют расклиновку и бандажирование обмоток роторов и якорей.

Вентиляционные каналы вращающихся роторов и якорей электрических машин всегда имеют радиальную ориентацию.

Схема предусматривает значительное снижение тока якорей электрических машин во время выбора зазоров в редукторах.

Вихревые токи возникают и в якоря электрической машины при вращении его в магнитном поле.

Поврежденные обмотки статоров, роторов и якорей электрических машин удаляют путем беспламенного выжигания изоляции в специальных печах при 350 - 400 С и последующего извлечения проводов или стержней из пазов сердечников или путем разрезания лобовых частей обмотки с одной стороны и извлечения ее по частям с противоположной стороны при помощи приспособлений для выдергивания обмоток. Этот способ не применим к стержневым обмоткам.

При ремонте якоря, замене одних деталей другими, а также в случае утери балансировочных грузов может быть ухудшена балансировка якоря. Наличие неуравновешенности при вращении якоря, особенно при высокой частоте, вызывает повышенную вибрацию двигателя. Износы и повреждения узлов тяговых двигателей при повышенных вибрациях резко возрастают. Особенно ухудшаются условия работы якорных подшипников, щеточно-коллекторного узла, изоляции, обмотки якоря, ослабеваю! крепления основных узлов и деталей. Поэтому после ремонта выполняют динамическую балансировку якоря.

Якорь устанавливают на балансировочный станок с опорой на внутренние кольца роликовых подшипников (или на шейки валов под внутренние кольца роликовых подшипников, если они спрессованы), определяют небаланс для каждой стороны якоря отдельно. После определения небаланса с одной стороны и приварки необходимого для его устранения балансировочного груза якорь балансируют с другой стороны. После установки груза на вторую сторону якоря балансировка первой стороны несколько нарушается. Поэтому ее повторно проверяют и при необходимости подправляют. Балансировочные грузы должны закрепляться прочно, утеря грузов или их перемещение недопустимы.

3.5. Описание станков балансировочных универсальных

Многолетний опыт производства балансировочных станков показал, что очень часто конкретные потребности могут отличаться от технических характеристик стандартного станка. Практически любой параметр станка касающийся балансируемого ротора (диаметр, длина, масса и т. д.) может быть изменен. Приведенная ниже таблица является перечнем характеристик базовых станков.

Станки бывают следующих типов:

- с ременным приводом детали;
- с осевым (карданным) приводом детали;
- с комбинированным.

Характерные особенности резонансных балансировочных станков:

- самоустанавливающиеся ролики;
- частотно-регулируемый асинхронный электропривод;
- наличие домкратов для плавной и безударной установки ротора;
- возможность использования станка без установки на специальный фундамент.

3.6 Технические характеристики резонансных балансировочных станков

Параметры	9К716	9К717	9К718	9К719	9К720	9К721
Диапазон масс балансируемых роторов, кг	3-300	10-1000	30-3000	100-10000	200-20000	300-30000
Максимальный диаметр ротора (над станиной), мм	1800	2000	2300	2600	2500	4000
Диаметр опорных шеек ротора, мм	10-240	15-270	20-400	30-420	70-420	70-450
Расстояние	140/2000	250/2400	350/3000	400/5600	800/10000	800/10000

между серединами опорных шеек ротора, мм min/max						
Тип опор	Ролики					
Минимально достижимый остаточный удельный дисбаланс, г.мм./кг	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Диапазон частот вращения ротора, об/мин	300-2800	300-2000	300-1500	200-1300	200-1000	200-1000
Тип привода	Частотно-регулируемый асинхронный электропривод					
Мощность электродвигателя, кВт	4,0	7,5	15	30	75	110
Элемент передающий вращение ротора	Ремень	Ремень	Ремень	Ремень	Ремень	Ремень
Приборное оснащение	Прибор балансировочный					
Длина основания, мм	2400	3150	4000	6000	10500	10500
Масса станка, кг	450	1500	2500	4600	11500	12000

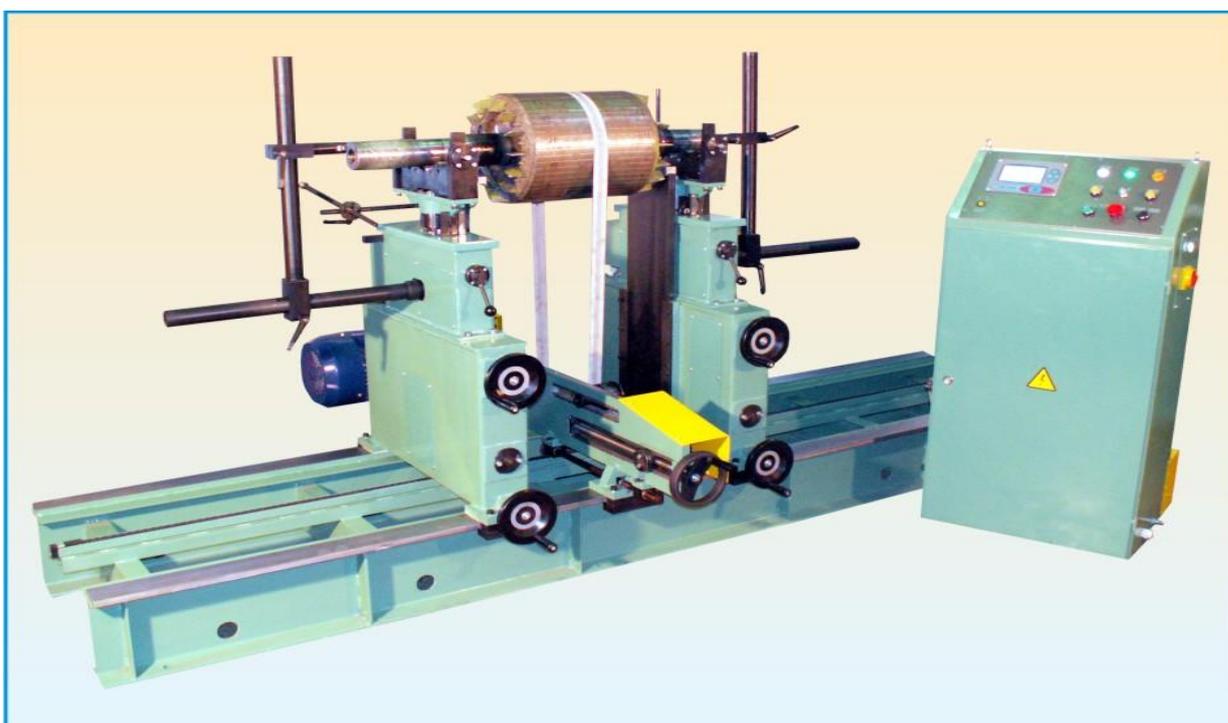


Рисунок 3.4 Станок балансировочный модели 9К717 на базе измерительной системы ПБ-02М с графическим индикатором

3.7 Технологические указания по динамической балансировке ротора

Пластины балансировочного груза ротора установить в намеченном месте с обеих сторон ротора и крепить к пакету ротора на каждой стороне двумя болтами и стопорными шайбами.

Пластины балансировочного груза вставить между вентиляционными крыльями ротора, надевая их на выступающие шипы кольца беличьей клетки – на один шип не более 6-ти пластин;

закрепить пластины на пакете ротора, расклепав шипы.

Величина допустимой остаточной неуравновешенности не более 170гсм в каждой плоскости исправления (I – I, II – II).

После балансировки вал транспортировать на участок сборки якорей для напрессовки на него щита подшипникового (ч.5БН.017.216).

3.8 Инструкция на статическую балансировку ротора вспомогательных электрических машин

Статическую балансировку ротора необходимо выполнять в следующей последовательности:

Дают возможность ротору самоустановиться на призмах (для проверки операцию повторяют несколько раз) и отмечают нижнюю («тяжёлую») точку ротора. Перекачивают ротор в положение, при котором тяжёлая точка будет лежать в горизонтальной плоскости и в месте, диаметральной «тяжёлой» точке, на таком же расстоянии от оси вращения устанавливают временный уравнивающий груз, который уравнивает ротор в этом положении.

Перекачивают ротор последовательно на 60°, 120°, 180°, 240° и 360°; во всех этих положениях ротор должен находиться в состоянии равновесия. Если этого не достигнуто, повторяют операции при изменённом грузе.

Вычисляют вес контрольного груза q , кг (для контроля проведённой балансировки), по формуле:

$$q = \frac{G}{3000} r \left(\frac{n}{3000} \right)^2$$

где:

G – вес ротора в кг;

r – радиус, на котором устанавливается контрольный груз;

n – номинальная частота вращения ротора, об/мин.

Проверяют трогание ротора с места подвешиванием груза весом $2g$ во все точки, выбранные для установки временных уравнивающих грузов. Если ротор под действием подвешиваемого груза в каждой точке трогается с места, балансировку можно считать законченной, если же ротор под действием контрольного груза не трогается с места, то необходимо установить дополнительный уравнивающий груз для снижения величины оставшегося небаланса. Устанавливают дополнительный (поправочный) груз. Размещают на окружности, выбранной для установки временных уравнивающих

грузов, шесть точек, отстоящих друг от друга на равном расстоянии, и пронумеровывают их; перекачивают ротор в положение, при котором точка 1 будет лежать в горизонтальной плоскости; подвешивают в точке 1 малый груз P2, последовательно увеличивая его вес до тех пор, пока ротор не выйдет из состояния равновесия. Повторяют операцию для остальных точек, размеченных на окружности ротора, и следят за тем, чтобы ротор под действием подвешенного груза поворачивался бы примерно на одинаковый угол.

Определяют искомый вес дополнительного груза по формуле:

$$P1 = P2_{\text{макс}} - P2_{\text{мин}}$$

где:

P2макс – максимальный груз, при котором ротор трогается с места;

P2мин – минимальный груз, при котором ротор трогается с места.

Укрепляют груз P1 в той точке, для которой величина груза трогания оказалась максимальной, и проверяют балансировку контрольным грузом 2g.

Устанавливают и надёжно закрепляют постоянный уравнивающий груз. Если постоянный груз устанавливается на окружности того же радиуса, на которой устанавливался временный груз, то вес постоянного груза (включая вес крепёжных деталей) совпадает с весом временного груза. В случае установки постоянного груза на другом радиусе его вес пересчитывается по формуле:

$$Q = Qв r/R;$$

где:

Q – вес постоянного балансирующего груза, г;

Qв – вес временного балансирующего груза, г;

R – радиус окружности, на котором закрепляется постоянный балансирующий груз, см;

r – радиус окружности, на котором производилась установка временного балансирующего груза, см;

Вместо установки постоянного балансирующего груза допускается высверливание или срезка металла на неуравновешенной стороне ротора. Вес удалённого металла должен быть равен весу постоянного груза, а положение – на диаметрально противоположной стороне ротора, на таком же расстоянии от оси вращения.

Если представить себе длинный ротор, имеющий две одинаковые по весу неуравновешенные массы, расположенные вблизи разных торцов ротора и направленные в диаметрально расположенные стороны, то статически такой ротор будет уравновешен. Однако при вращении ротор будет периодически нагружать и разгружать подшипники, вызывать вибрацию машины из-за действия пары сил, момент которых составляет, кгм:

$$M = P \times l;$$

где: P – вес неуравновешенной массы, кг;

l – плечо пары сил (расстояние между неуравновешенными массами), м.

3.9 Разработка стэнда для балансировки якорей тягового электродвигателя НБ-418Кб

В феврале 2005 года в локомотивном депо ТЧ-33 (Ожерелье), Московской ж.д. был принят в эксплуатацию станок балансировочный фирмы «ДИАМЕХ 2000» модели ВМ 3000 с балансировочным модулем «САПФИР». Значительную группу роторов, требующих балансировки, составляют части машин, которые вне машины не имеют опорных шеек. Для таких деталей или сборочных единиц специалисты ООО «ДИАМЕХ 2000» разрабатывают и изготавливают различные оправки или имитаторы опор.

Одно из основных требований к таким приспособлениям – минимальное искажение истинного дисбаланса собственно детали. Часто по требованию заказчика в

конструкцию оправки вносится возможность использования ее для группы деталей похожей конструкции, но имеющих небольшие отличия по размерам.

В стремлении обеспечить максимальную точность балансировки сборочных единиц была предложена оснастка для балансировки роторов с собственными подшипниками. Опорные призмы для подшипников ротора устанавливались в роликовый блок вместо опорных роликов.

В целом ряде случаев такая призма дооснащалась прижимной планкой, которая исключает проворот наружного кольца подшипника даже в исполнении подшипника с защитными шайбами.

Балансировочный станок ВМ 3000 предназначен для уравнивания якорей и роторов любой конфигурации с массой от 30 до 3000 кг.

В соответствии с профилем депо, специализирующимся на ремонте электровозов и в соответствии с технологическим процессом проведения планово-предупредительных видов ремонта локомотивов, на станке осуществляется уравнивание якорей тяговых двигателей

За период эксплуатации станка балансировочного ВМ 3000, с февраля 2005 года по январь 2006 года, на нем была проведена балансировка более 200 якорей тяговых двигателей, результаты которых хранятся в памяти прибора «САПФИР» а так же отражены в протоколах балансировки. В соответствии с протоколами балансировки, остаточный дисбаланс уравновешенных якорей не превышает 3,6 (г•мм/кг.), при допустимом остаточном дисбалансе согласно ТП электромашинного цеха 20,0 (г•мм/кг).

Данный станок привлек внимание специалистов депо своим высоким качеством изготовления, точностью балансировки, оснащенностью современной электроникой, простотой и удобством эксплуатации, отсутствием необходимости устройства фундамента.

Указанное оборудование позволило заменить ранее эксплуатируемый балансировочный станок производства Минского завода им. Октябрьской Революции (МЗОР), который к настоящему времени физически изнашивался, морально устарел и по своим точностным характеристикам уже не удовлетворял требованиям технологического процесса.

За время эксплуатации нареканий к оборудованию со стороны ответственных работников локомотивного депо не поступало. Точность измеряемых параметров соответствует паспортным данным оборудования и полностью отвечает техническим требованиям, установленным для технологических процессов ремонта электрических машин.

Глава IV. Охрана труда

4.1 Требования к искусственному освещению

Искусственное освещение применяется в часы суток, когда естественный свет недостаточен или в помещениях, где он отсутствует.

Каждое производственное помещение и открытые территории, где выполняются работы, должны иметь искусственное освещение. Оно должно удовлетворять ряду требований:

- обеспечивать освещённость на рабочих поверхностях в соответствии с установленными нормами;
- создавать равномерную освещённость рабочих поверхностей;
- обеспечивать постоянство освещённости во времени;
- ограничивать слепимость;
- обеспечивать аварийное освещение.

Искусственное освещение бывает двух видов: общее и комбинированное.

Общее освещение применяется для создания нужного уровня равномерной освещенности во всём помещении. Оно осуществляется равномерным распределением светильников: симметричным при симметричном расположении оборудования и локализованном при несимметричном расположении оборудования.

Общее освещение не позволяет создать необходимой освещенности в разных плоскостях, при производстве точных работ и т.д. в этих случаях для создания необходимого уровня освещённости на рабочем месте, кроме общего применяется местное освещение.

Система, когда применяется общее и местное освещение, получила название комбинированного освещения.

Освещение открытых территорий осуществляется светильниками или прожекторами. При освещении светильниками требуется меньшая мощность, создаётся меньшая слепимость, возникают сравнительные малые тени. Применение прожекторов и светильников с большей мощностью источников света позволяет освещать рабочие места, перемещаемые в процессе работы, значительно упрощают уход за осветительной установкой.

Аварийное помещение устраивают в помещениях, где работают более 50 человек, а так же в помещении, где в темноте рабочее оборудование может представлять опасность. При этом аварийное освещение должно создавать по линиям основных проходов на уровне пола освещенность не более 0,5 Люкс.

Аварийное освещение для продолжения работы устраивается, когда внезапное отключение рабочего освещения может вызвать взрыв, пожар, нарушения технологического процесса и т.д., при этом освещенность рабочих поверхностей должна составлять не менее 5% норм, устанавливаемых для рабочего освещения для рабочего освещения этих поверхностей при системе общего освещения.

4.2. Расчёт освещённости поверхности экрана монитора персональной ЭВМ

Задачами светотехнического расчёта при проектировании осветительной установки являются:

- определение установленной мощности и мощности каждого источника света для обеспечения заданного уровня освещённости;
- определение фактической освещённости на рабочих местах от светильников с источниками света известной мощности.

Для решения этих задач предварительно должны быть решены вопросы выбора светильников, их размещения, а также установлена характеристика освещаемого помещения.

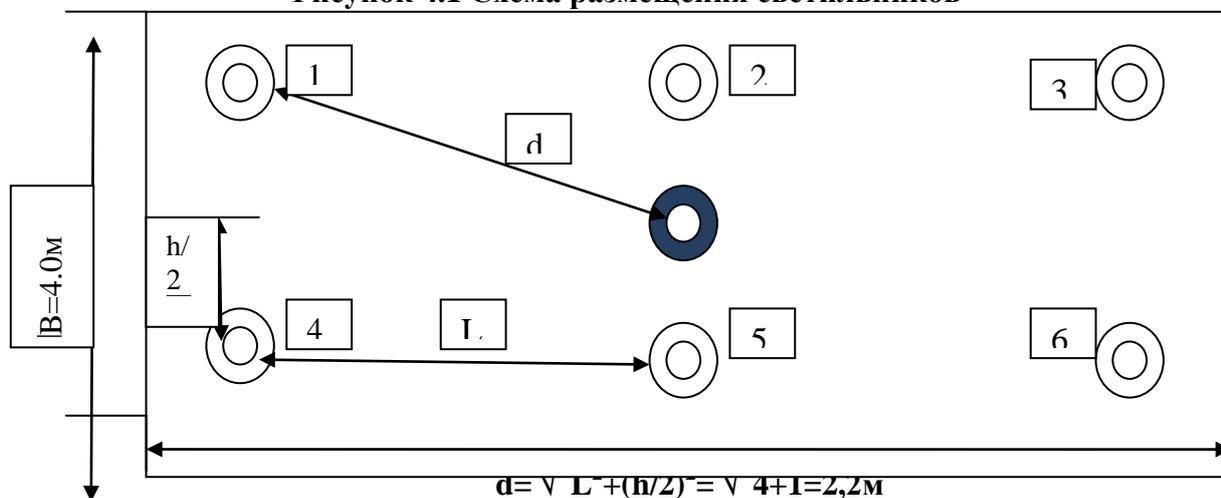
В данном проекте примем размеры помещения $A=6\text{м}$, $B=4\text{м}$. Помещение обработки информации освещается светильниками ППд-200С с лампами мощностью 200Вт.

Расстояние между светильниками одного ряда и между рядами $L=2\text{м}$ / Высота подвеса светильников над расчётной поверхностью $h_p=2,5\text{м}$.

Определим освещённость в точке А горизонтальной поверхности в соответствии с планом размещения светильников на рис.1.

Расчёт будем вести точечным методом. Рассчитаем освещённость в точке А от светильника 1. Для этого определим расстояние от расчётной точки А до проекции оси светильника.

Рисунок 4.1 Схема размещения светильников



Тангенс угла падения светового луча в точку А от светильника 1 определяем по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = d/h_p = 2,2/2,5 = 0,88$$

По найденному значению $\operatorname{tg} \alpha$ определим интерполяцию значения угла $\alpha = 42$ и $\cos^3 \alpha = 0,41$. Путём интерполяции значения угла α определим силу света $Y_\alpha = 166$ кд.

Освещённость горизонтальной поверхности от первого светильника с условной лампой составит:

$$E_r = Y_\alpha * \cos^3 \alpha / h_p^2 = 166 * \cos^3 42 / 2,5^2 = 166 * 0,41 / 6,25 = 10,89 \text{ Лк}$$

Такая же освещённость создаётся светильниками 3,4,6, так как точка А находится в центре прямоугольника, образованного светильниками.

Освещённость, создаваемую светильниками 2 и 5, рассчитываем аналогично.

Освещённость горизонтальной поверхности составит $E_r = 24,32$ Лк

Суммарная условная освещённость в точке А от действия шести светильников составит:

$$\sum E_r = E_{r1} + E_{r2} + E_{r3} + \dots + E_{rn}$$

$$\sum E_r = 4 * 10,89 + 2 * 24,32 = 92,2 \text{ Лк}$$

Фактическая освещённость в точке А определяется по формуле:

$$E_r = \Phi \mu \sum E_r / 1000 K_3$$

где μ - коэффициент действительной освещённости, учитывающий действие удалённых источников и отражённого света;

K_3 - коэффициент запаса, для светильников с лампами накаливания $K_3 = 1,3$.

Фактическая освещённость в точке А с учётом фактического светового потока лампы $\Phi = 2920$ Лк составит:

$$E_r = 2920 * 1,1 * 92,2 / 1000 * 1,3 = 227,8 \text{ Лк}$$

Расчёты показали, что освещённость горизонтальной поверхности в точке А, создаваемая светильниками 4 и 6 равна 10,89 Лк, а светильником 5 - 24,32 Лк. Суммарная условная освещённость и горизонтальной поверхности от действия трех источников:

$$\sum E_r = 2 * 10,89 + 24,32 = 46,1 \text{ Лк}$$

Тогда фактическая освещённость горизонтальной поверхности от источников 4, 5 и 6 составит:

$$E_r = 2920 * 1,1 * 46,1 / 1000 * 1,3 = 113,9 \text{ Лк}$$

Теперь произведём расчёт освещённости для негоризонтальной поверхности пульта управления и обработки информации (рис.4.2).

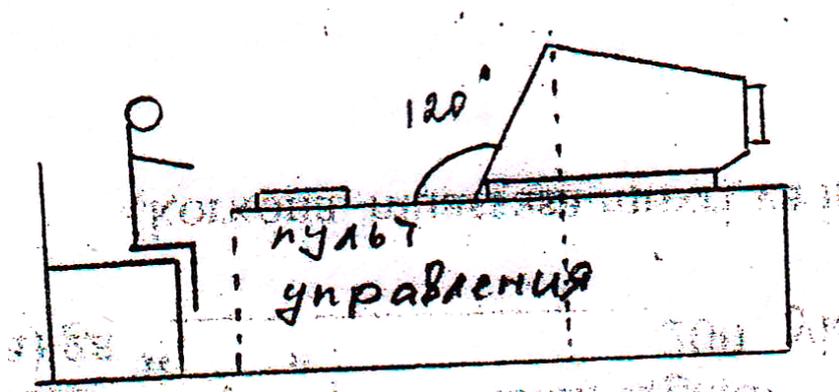


Рисунок 4.2 Пульт управления.

Данный расчёт ведётся при помощи графика приведённого на рис. 4.3.

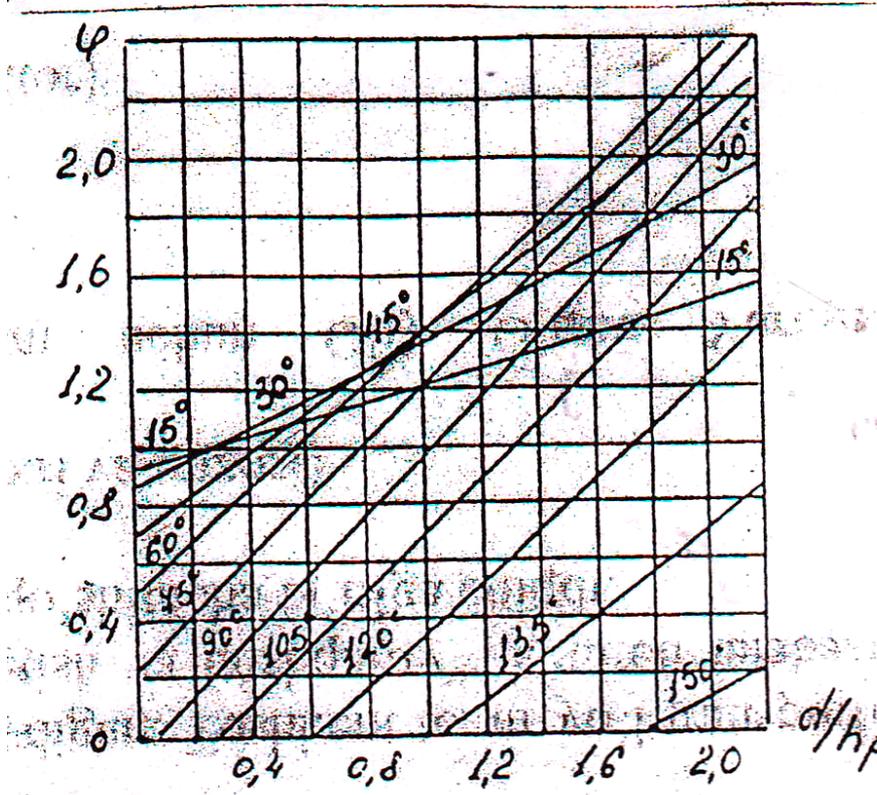


Рисунок 4.3 Номограмма для определения коэффициента $\hat{\varphi}$.

По оси абсцисс графика отложено отношение d/h_p , где d -наикратчайшее расстояние от проекции светильника на горизонтальную плоскость до линии пересечения плоскостей. По оси ординат графика отложен переходной коэффициент $\hat{\varphi}$.

График построен для различных значений угла наклона расчётной плоскости Θ по отношению к горизонту. Числа у прямых обозначают угол Θ .

Освещённость в плоскости, расположенной под углом Θ к горизонту, определяется из соотношения:

$$E = E_r * \hat{\varphi},$$

где E_r - освещённость рассматриваемого элемента поверхности в горизонтальной плоскости;

$\hat{\varphi}$ - переходной коэффициент, найденный из графика для заданного угла Θ .

$$E = 113,9 * 0,32 = 36,4 \text{ Лк}$$

Полученные результаты освещённости вполне приемлемы, так как освещённость экрана монитора большими параметрами затруднит чтение информации за счёт снижения контраста экрана.

Глава V. Экономика производства

5.1 Расчёт экономических показателей работы работников электромашинного цеха и техников дефектоскопистов

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 амортизацию основных фондов;
- прочие затраты.

5.2 Расчет годовой программы ремонта

Годовая программа участка принимается в объеме 14243 электровозов в объеме КР-1 (согласно годового планового ремонта электровозов в объеме КР-1) Из них: ВЛ 60^к -5 сек, ВЛ80^с-9 сек.

5.3 Определение численности работников

Контингент производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$R_{яв}^{раб} = T/H_{нм} * 12 * K_{но}, \text{ чел}$$

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

T - общая трудоемкость работ, чел/час.

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

$K_{но}$ - коэффициент учитывающий рост производительности труда, 1,08.

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

$$T = T_{ед} * N_2, \text{ чел/час}$$

где $T_{ед}$ – трудоемкость единицы ремонта 14749,4 чел/час;

N_2 – годовая программа цеха $N_2 = 14$ электровозов.

$$T = 14749,4 * 14 = 206491,7 \text{ чел/час}$$

Тогда контингент производственных рабочих составит:

$$R_{яв}^{раб} = 206491,7 / 169,5 * 12 * 1,08 = 94 \text{ чел}$$

Рассчитанный контингент рабочих распределяется по профессиям и квалификационному признаку. Дополнительно рассчитывается штат работников по обслуживанию производства и его управлению.

Контингент работников по обслуживанию производства и его управлению составляет 20% от производственного штата.

$$0,2 * 94 = 19 \text{ чел.}$$

В настоящий момент Контингент работников по обслуживанию производства и его управлению составляет 21 человек.

5.4 Расчет производительности труда

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

$$П_{\tau} = N_{\tau} / R_{яв}^{раб} * K_{рам} + R_{яв}^{оу}$$

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

$$П_{\tau} = 14/94 * 1,08 + 21 = 0,11 \text{ ед/чел}$$

5.5 Определение эксплуатационных (текущих) расходов

Эксплуатационные расходы рассчитываются по элементам затрат в соответствии с номенклатурой расходов по 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.

5.6 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).

В состав среднемесячной заработной платы включаются тарифная ставка, премии, надбавки и доплаты.

Должность	Разряд	Тарифная ставка, сум	Премия, %
Бригадир	IV	2403,87	30
Слесарь	I	1680,9	30
Слесарь	II	1934,56	30
Слесарь	III	2168,96	30
Слесарь	IV	2403,87	30

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

$$Г_{фот} = Г_{фотГпр.раб} * 1,2 = 22512336,964 * 1,2 = 27014804,3568 \text{ сум,}$$

Определение отчислений на социальное страхование Отчисления на социальное страхование рассчитывается по формуле:

$$С_{отч} = С_{фот} * 0,25 = 6753701,0 \text{ сум}$$

где $С_{фот}$ - общий фонд оплаты труда;
0.25 -доля отчислений средств на социальное страхование.

5.7 Расчет расходов на материалы

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

$$C_{\text{мат}} = E * C_m * N_r = 750700 * 0,5 * 14 = 525\,4900 \text{ сум}$$

где E – стоимость ремонта 1 электровоза, 750700

Расчет расходов на электроэнергию

Расходы на электроэнергию определяется по формуле:

$$C_3 = \Pi_3 * A_3 * N_r = 97,5 * 135 * 14 = 184275 \text{ сум}$$

где Π_3 - цена 1 кВт/ч электроэнергии, 97,50 сум;

A_3 - норма расхода электроэнергии на единицу ремонта

N_r – годовая программа.

5.8 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 42532500 сум,

$$C_a = 42532500 * 0,072 = 3062340 \text{ сум}$$

5.9 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.

$$C_{\text{пр}} = 27014804,3568 * 0,02 = 540296,1 \text{ сум}$$

5.10 Расчет общей суммы эксплуатационных расходов

Указанные расходы определяются по формуле:

$$C_0 = C_{\text{фот}} + C_{\text{отн}} + C_m + C_3 + C_a + C_{\text{пр}}, \text{ сум}$$

$$C_0 = 27014804,3568 + 6753701,0 + 5254900 + 184275 + 540296,1 = 5018566,46 \text{ сум}$$

5.11 Определение себестоимости и расчетной цены продукции участка

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

$$C = C_0 : N_r = 25013262,0 \text{ сум}$$

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

$$П = 0,2 \cdot C = 0,2 * 25013262,0 = 5002652,4$$

сум

Таким образом расчетная цена составит: .

$$P_{ц} = C + П = 75605914,4 \text{ сум}$$

5.12 Расчет доходов (Д), прибыли (П) и рентабельности (Р) цеха

Величина доходов цеха определяется умножением расчетной цены ($P_{ц}$) на годовую программу (N_r) $Д = 75605914,4 * 14 = 105082802,0 - 35018566,46$ сум

Расчётная прибыль ($П_p$) вычисляется по формуле:

$$П_p = Д - C_0 = 105082802 - 35018566,46 = 70064235,54 \text{ сум}$$

Рентабельность участка по текущим расходам определяется следующим образом:

$$P_c = П_p * 100 / C_0 = 70064235,54 * 100 / 35018566,46 = 20\%$$

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

Различают номинальную и реальную заработную плату. Заработная плата, исчисляемая количеством денежных единиц, выдаваемых работникам за их труд, является номинальной.

Заработная 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 заработная 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, 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 производства, 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.

5.13 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 качества и ускорение их ремонта, обслуживания и экипировки, повышение производительности труда, снижение себестоимости продукции и др. премирование за выполнение и перевыполнение количественных показателей должно производиться 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 выправления имеющихся недостатков.

Выплата премий оформляется приказом по заводу на основании представления мастера или других их руководителей, генеральный директор депо по согласованию с профсоюзной организацией предоставляется право лишать работников премии полностью или частично по представлении мастерами и другими руководителями за нарушение технологических инструкций, не обеспечение безопасности движения поездов, допущение случаев производственно 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.

5.14 Тарифная система

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

В тарифной сетке указывается 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 даются подробная характеристика работ, что должен лишь работник этой профессии, и примеры работ используемых для присвоения рабочему того или иного разряда.

Заключение

Данная выпускная работа на тему «Разработка установки для балансировки якоря ТЭД НБ418 Кб» уникальна тем, что на сегодняшний день в мире не так много известно способов балансировки якорей тяговых электродвигателей. Поэтому актуальность данной работы пользуется повышенным спросом на сегодняшний день в машиностроении.

При написании данной выпускной работы были использованы современные источники данных, а так же передовой опыт ведущих крупных компаний и корпораций, специализирующихся на выпуске электродвигателей различного рода действия и назначения, а также на выпуске современного оборудования.

Согласно задания на выполнение выпускной работы, в данном материале освещены все вопросы в полном объёме, указанные в пунктах. В частности, в введении освещена деятельность и планы на будущее ГАЖК «Узбекистон темир йуллари», в первой главе приведена краткая характеристика унитарного предприятия «Узтемирйулмаштаъмир», а также деятельность цехов и отделов завода.

Во второй главе приведено устройство тягового электродвигателя НБ418 Кб, его неисправности и дефектация.

Третья глава посвящена теме выпускной работы, т.е. разработке установки для балансировки якоря.

Охрана труда кратко приведена в главе четыре.

Пятая глава посвящена экономическим расчётам производства предприятия. В работе так же используются материалы, найденные в порталах научных и производственных объединениях.

Литература:

1. Арестов В.А., Файзиев Б.Т. “Локомотиворемонтный завод”, Кафедра «Локомотивы», Ташкент 2002
2. Материалы из Интернета: www.rjd.ru, www.uty.uz
3. Инструкция по ремонту локомотивов в условиях депо и локомотиворемонтных заводов.
4. ГОСТ 19534-74. Балансировка вращающихся тел. Термины.
5. ГОСТ 20076-2007. Станки балансировочные. Нормы точности.
6. ГОСТ 22061-76. Система классов точности балансировки. Основные положения.
7. «Охрана труда на железнодорожном транспорте и в транспортном строительстве» под редакцией В.С Крутякова
8. «Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйства» под редакцией С.С.Машаковой
9. «Локомотивное хозяйство пособие по дипломному проектированию» автор С.И Папченков
10. «Финансовый менеджмент железнодорожного транспорта» под редакцией Н.И.Силаева
11. Техническая литература и технологические процессы, разработанные в УП "O'ZTEMIRYO'LMASHTA'MIR".

ПРИЛОЖЕНИЕ