

# «ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ» ДАТК

## Тошкент темир йўл муҳандислари институти

Ҳимоя қилишга рухсат берилсин

Кафедра мудири

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2012 й

“Электр транспорти”

кафедраси



## МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

Мавзу: «Использование автоматизированного системы  
управление вентиляторами на электровозах ВЛ-80с».

«ВЛ-80с электровозларида вентиляторларни автоматлаштирилган  
бошқариш тизимини қўллаш»

Муаллиф

Пулатова М.Н.

Раҳбар

Исроилов У.Ш.

Маслахатчилар:

Акбаров М.У.

Криворучко Б.В.

Такризчи

Қулахметов А.П.

Тошкент – 2012 й.

# **«ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ» ДАТК**

## **Тошкент темир йўл муҳандислари институти**



**ТАСДИҚЛАЙМАН:**

**“Электр транспорти”**

кафедраси мудири

\_\_\_\_\_ доц. У.Т.Бердиев

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 й

**БАКАЛАВР БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ БЎЙИЧА**

**ТОПШИРИҚ.**

**Талабанинг фамилияси, исми, шарифи: Пулатова М.Н.**

**Битирув иши мавзуси: «Использование автоматизированного системы управление вентиляторами на электровозах ВЛ-80с».**

**Мавзу институтнинг “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2011.й. № \_\_\_\_ -У - сонли буйруғи билан тасдиқланган.**

**Битирув малакавий ишини топшириш муддати    15 июн 2012 й.**

**Битирув малакавий ишини бажариш учун дастлабки маълумотлар ва асосий манбалар:**

**“Ўзтемирйўлмаштаъмир” УК маълумотлари ва техник адабиётлар.**

**Хал этилиши лозим бўлган саволлар:**

- 1.Введение. Актуальность применение автоматизированного системы управление вентиляторами на электровозах ВЛ-80с.
- 2.Изучение системы вентиляции на электровозах ВЛ-80с.
- 3.Описания работы автоматизированного системы управление вентиляторами.
- 4.Тепловой расчет обмоток тягового электрического двигателя НБ-418К6.
5. Техничко-экономические расчеты.
- 6.Психологические аспекты безопасности и охрана труда.
- 7.Исползованная литература.
- 8.Содержание.

## Ишнинг график қисми чизмаларининг мазмуни:

1. Система вентиляции на электровозе ВЛ-80с.
2. Функциональная схема системы САУВ на электровозе ВЛ-80с
3. Структурная схема автоматизированного системы управление вентиляторами.
4. График определение срока окупаемости.

### Битирув иши бўлимларининг маслахатчилари

БЎЛИМЛАР	МАСЛАХАТЧИЛАР	Имзо, сана	
		Топшириқ берилди	Топшириқ қабул қилинди
Ҳаёт фаолият хавфсизлиги.	Криворучко Б.В.		
Техник иқтисодий ҳисоблар	Акбаров М.У.		

### ТАҚВИМИЙ РЕЖА

Т.р	Битирув малакавий ишнинг бўлимлари	Қисмларни бажариш муддати	Изоҳ
1	Введение. Актуальность применение автоматизированного системы управление вентиляторами на электровозах ВЛ-80с.	5.04.12 – 15.04.12 й	
2	Изучение системы вентиляции на электровозах ВЛ-80с.	15.04.12. – 25.04.12 й	
3	Описания работы автоматизированного системы управление вентиляторами.	25.04.12 – 5.05.12 й.	
4	Тепловой расчет обмоток тягового электрического двигателя НБ-418К6.	5.05.12 – 15.05.12 й.	
5	Технико-экономические расчеты.	15.05.12 – 20.05.12 й.	
6	Психологические аспекты безопасности и охрана труда.	20.05.12 – 25.05.12 й.	
7	Исползованная литература.	25.05.12 – 1.06.12 й.	
8	Содержание.	25.05.12 – 1.06.12 й.	

Битирув иши раҳбари \_\_\_\_\_

(Ф.И.Ш)

(имзо)

Топшириқни бажаришга олдим \_\_\_\_\_

(Ф.И.Ш)

(имзо)

Топшириқ берилган сана \_\_\_\_\_ 2012 йил

## Содержание

Введение

1. Основная часть
  - 1.1. Системы вентиляции на электровозах
  - 1.2. Вентиляционные устройства
  - 1.3. Вентиляция тяговых двигателей
  - 1.4. Мотор-вентиляторы
  - 1.5. Система САУВ для электровоза ВЛ-80с
  - 1.6. Работа САУВ
  - 1.7. Структурная схема САУВ
2. Тепловой расчет обмоток тягового электрического двигателя НБ-418К6
  - 2.1. Методы расчета
  - 2.2. Тепловой расчет обмотки якоря
  - 2.3. Тепловой расчет катушек главных полюсов
3. Техничко-экономическое обоснование применение САУВ на электровозе ВЛ-80с.
4. Охрана труда
  - 4.1. Психологические аспекты безопасности
  - 4.2. Социально – психологические проявления воздействий на безопасность.
  - 4.3. Психологические аспекты электробезопасности

Заключение

Список использованных литератур

					МБИ-5521300-000/00-07			
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ	ИМЗО	САНА				
					Содержание	ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТов
						ТашИИТ ЕМ-501		

## Введение

Железные дороги – аорты экономики нашей республики. Особенно, огромные проекты, выполняющиеся за последние годы, в частности, пополнение локомотивного парка с современными электровозами, запуск высокоскоростного электропоезда «Афросиёб», строительства участки «Байсун – Кумкурган», электрофикация линии «Мароканд – Карши» и т.д.

Подчеркивание успехов компании ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» со стороны президента республики И.А. Каримовым в докладе на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2011 года и приоритетам социально – экономического развития на 2012 год поднимает масштаб этих успехов на колоссальный уровень.

Быть в центре внимание нагружает дополнительную ответственность, заставляет воодушевляться и повышает духа стремлении к развитию, в частности призывает ученых инженеров осуществлять модернизации и инновационных идей. Это выпускная работа посвящена к одной из таких идей и показывает эффективность применение системы автоматизированного управления вентиляторами на электровозах ВЛ-80с.

Расход воздуха – постоянное значение для электровозов и не зависит от параметров окружающей среды, что приводит к значительному перерасходу мощности на привод вентиляторов охлаждения.

Как показывает опыт эксплуатации, такой привод неэффективен с точки зрения расхода электроэнергии. Среднее значение потребляемой электроэнергии вспомогательными машинами на локомотивах переменного тока более, чем два раза превышает аналогичный показатель на электровозах постоянного тока.

Основная доля потребления электроэнергии приходится на систему вентиляции силового оборудования.

Вопросы и ответы на вопросы о состоянии дел в организации.									
					МБИ-5521300-000/00-09				
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ	ИМЗО	САНА					
					Введение	лит	ЛИСТ	ЛИСТов	
						ТашИИТ ЕМ-501			

Повышенный расход связан, прежде всего, с тем, что мощность систем вентиляции определяется из условия реализации локомотивом номинальной мощности при самых неблагоприятных условиях.

Для привода вспомогательных машин на электровозах переменного тока используют асинхронные трехфазные двигатели. Они получают питание от тягового генератора на тепловозах, через расщепитель фаз или батарею конденсаторов на электровозах переменного тока. При этом двигатели образуют систему нерегулируемого привода.

Особенность асинхронного двигателя в том, что его электромагнитный момент пропорционален квадрату питающего напряжения.

Если номинальному напряжению соответствует номинальный пусковой электромагнитный момент электродвигателя  $M_{ЭМ}$ , то при минимальном напряжении для гарантированного пуска двигателя, имеющего заданный момент сопротивления на валу, его электромагнитный момент должен быть равен  $2,16 M_{ЭН}$ .

Мощность, которую необходимо подвести к двигателю для его гарантированного запуска, будет равна  $2,16 P_H$ , т.е. она как минимум в два раза превышает номинальную. Симметрия напряжения питания может быть обеспечена только в условиях номинального режима работы (или максимально приближенного к нему) вспомогательных машин. Завышенные мощности приводных двигателей вызывают перерасход потребляемой электроэнергии.

Снизить потребление электроэнергии на электровозах переменного тока позволяет система регулируемого привода с применением различного рода преобразователей частоты и числа фаз.

Оптимизация режимов работы вентиляторов заключается в изменении количества охлаждаемого воздуха, необходимого для нормального теплового режима оборудования, в зависимости от нагрузок оборудования и температуры окружающей среды. Момент сопротивления  $M_{сопр}$  на валу двигателя вентилятора пропорционален квадрату частоты вращения


рабочего колеса или квадрату частоты вращения вала электродвигателя. Поэтому при снижении частоты вращения двигателя  $n$  в  $k$  раз потребление электроэнергии уменьшается пропорционально величине  $(n/k)^3$ .

Так, если уменьшить частоту вращения двигателей вентиляторов и маслонасосов в 3 раза, то расход электроэнергии сократится примерно в 9 раз, т.е. с 290 до 32,2 кВт. Суммарное потребление электроэнергии всеми приводными двигателями вентиляторов в режиме пониженной частоты вращения примерно соответствует потреблению того же количества электроэнергии одним двигателем в номинальном режиме.

В основной части дипломного проекта рассматриваются система вентиляции электровозов, технические параметры этой системы, размещение вентиляционных устройств, схемы вентиляции тяговых двигателей, работа и технические характеристики мотор-вентиляторов, работа системы автоматизированного управления вентиляторами на электровозах ВЛ-80с, разработана структурная схема системы автоматизированного управления вентиляторами.

Во втором разделе описаны особенности тепловых расчетов и выполнен тепловой расчет обмоток тягового электрического двигателя НБ-418К6.

На технико-экономическом разделе выполнен расчет экономии средств, экономической эффективности и чистый дисконтированный доход от применений системы автоматизированного управления вентиляторами на электровозе ВЛ-80с.

В разделе охрана труда приведены психологические аспекты безопасности, социально – психологические проявления воздействий на безопасность, безопасность жизнедеятельности и психологические аспекты электробезопасности.


## 1. Основная часть

### 1.1. Системы вентиляции на электровозах

На электровозах применяют принудительную вентиляцию для обеспечения нормальных условий работы тяговых двигателей, двигателей компрессоров, пусковых резисторов, резисторов ослабления возбуждения, индуктивных шунтов, выпрямителей, теплообменников трансформаторов, реакторов сглаживающих, блоков тормозных резисторов и другого оборудования, для обеспечения требуемого избыточного давления в кузове с целью предотвращения проникновения в него пыли и снега во время движения электровоза, а также для охлаждения помещения кузова в летнее время. Воздух вентиляторами, приводимыми во вращение электродвигателями, засасывается через воздухозаборные устройства, состоящие из специальных камер с жалюзи и фильтрами.

Потоки воздуха, пройдя через воздухозаборные устройства, очищаются от влаги, снега и пыли и направляются в воздуховоды для охлаждения электрического оборудования. В качестве примера рассмотрим системы вентиляции электровозов ВЛ-80с (рис 1.1.,а).

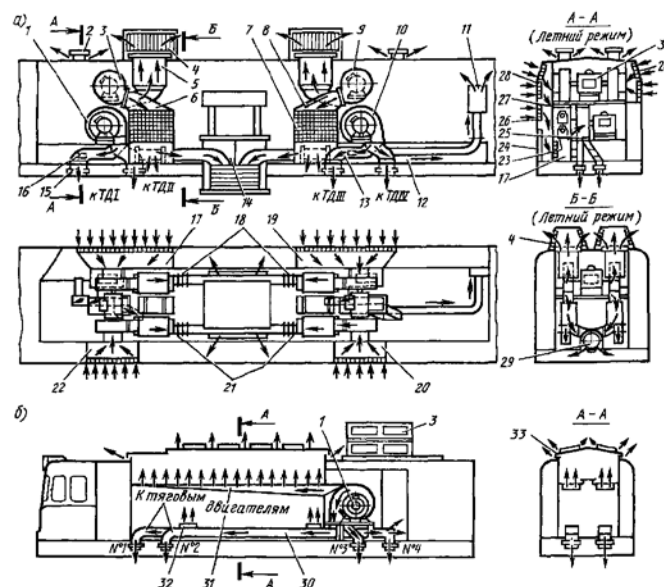


Рис 1.1. Система вентиляции на электровозе ВЛ-80с

					МБИ-5521300-000/00-07											
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ		ИМЗО	САН	Основная часть					ЛИТ		ЛИСТ		ЛИСТов	
						ТашИИТ ЕМ-501										

Воздух через лабиринтные жалюзи и форкамеры 17 и 19 центробежными вентиляторами (см. рис. 1.1.), приводимыми во вращение двигателями 10, охлаждая индуктивные шунты 23, нагнетается в воздухопроводы 13 и 16 с патрубками 15 к тяговым двигателям первой секции. После их охлаждения воздух выбрасывается под кузов секции. От воздухопровода к двигателю ТДУ ответвляется воздухопровод 12 с заслонкой к выпрямительной установке возбуждения (ВУВ).

Для предотвращения попадания в тяговые двигатели снега и сезонной регулировки расхода воздуха (заслонки 18 и 21) предусмотрен лист 24, который в летний период устанавливают на стенку кузова в нерабочее положение, в зимний – на камеру с индуктивными шунтами.

С 1981 г. на электровозах вместо листа 24 и фильтра 13 крепят раму с сеткой, на которую зимой ставят фильтр, а в форкамерах устанавливают дополнительные подвижные фильтры (шторы).

Воздух через жалюзи 26, 28 и форкамеры 19, 20, 22 вентиляторами, приводимыми во вращение электродвигателями 9, нагнетается через устройство переключения воздуха УПВ-5, когда его заслонка 8 установлена вверх (что соответствует режиму тяги), в выпрямителе 6 и 7, охлаждая их, далее по двум воздухопроводам он проходит к сглаживающим реакторам 29, теплообменникам 14 тягового трансформатора и выбрасывается под кузов в атмосферу.

Когда заслонка 8 установлена вниз, что соответствует режиму торможения, воздух идет на охлаждение блоков тормозных резисторов 5 и выбрасывается через жалюзи 4 на крыше кузова секции.

С 1981 г. в жалюзи 4 устанавливают снегоотбойные листы для предотвращения попадания снега в тормозные резисторы. Чтобы исключить взаимное влияние вентиляторов с электродвигателями 1 и 10, форкамеры 17 и 19 разделены перегородкой 27.

Избыточное давление в кузове в 40— 60 Па обеспечивается в результате выброса воздуха после охлаждения ВУВ в кузов секции через


специальные окна на воздуховодах к тяговым двигателям. На крышках крышевых люков установлены вытяжные дефлекторы 2, которые летом открывают, зимой закрывают. Системой вентиляции обеспечивают подачу воздуха в объеме  $922 \text{ м}^3$  в 1 мин.

Система вентиляции на электровозах ВЛ80Т, ВЛ80к конструктивно выполнена аналогично рассмотренной. На электровозах раннего выпуска (Рис. 1,6) принудительная вентиляция осуществляется на секции одним центробежным вентилятором Ц13-50 № 8 с электродвигателем (рис 1.1.,6). Забор воздуха производится через габаритные жалюзи 3, расположенные на крыше секции электровоза.

Очищенный от пыли или влаги воздух, пройдя форкамеру, через патрубок подается в вентилятор и нагнетается двумя потоками, одним — по системе воздуховодов 30 к тяговым двигателям данной секции и по ответвлению к электродвигателю компрессора, вторым – к резисторам и индуктивным шпунтам по воздуховоду 31, со специальными прорезями в желобах, расположенному на уровне 2-го этажа высоковольтной камеры (над блоками аппаратов).

Расход воздуха в этом потоке составляет  $195 \text{ м}^3/\text{мин}$ , выброс его в атмосферу производится через лабиринтные щели 33 в крыше, снабженные шиберами (зимой они должны быть закрыты, летом — открыты).

Расход воздуха на каждый тяговый двигатель не менее  $95 \text{ м}^3/\text{мин}$ . Распределение воздуха по тяговым двигателям регулируют, перемещая заслонки, установленные на кожухи вентиляторов.

Для поддержания в кузове давления выше атмосферного предусмотрен выброс воздуха в зонах высоковольтной камеры и в машинном помещении из воздуховодов к тяговым двигателям через жалюзи 32. При этом избыточное давление в кузове должно быть 30—50 Па.

На электровозах Чешского выпуска также использованы системы принудительной вентиляции.


## 1.2. Вентиляционные устройства

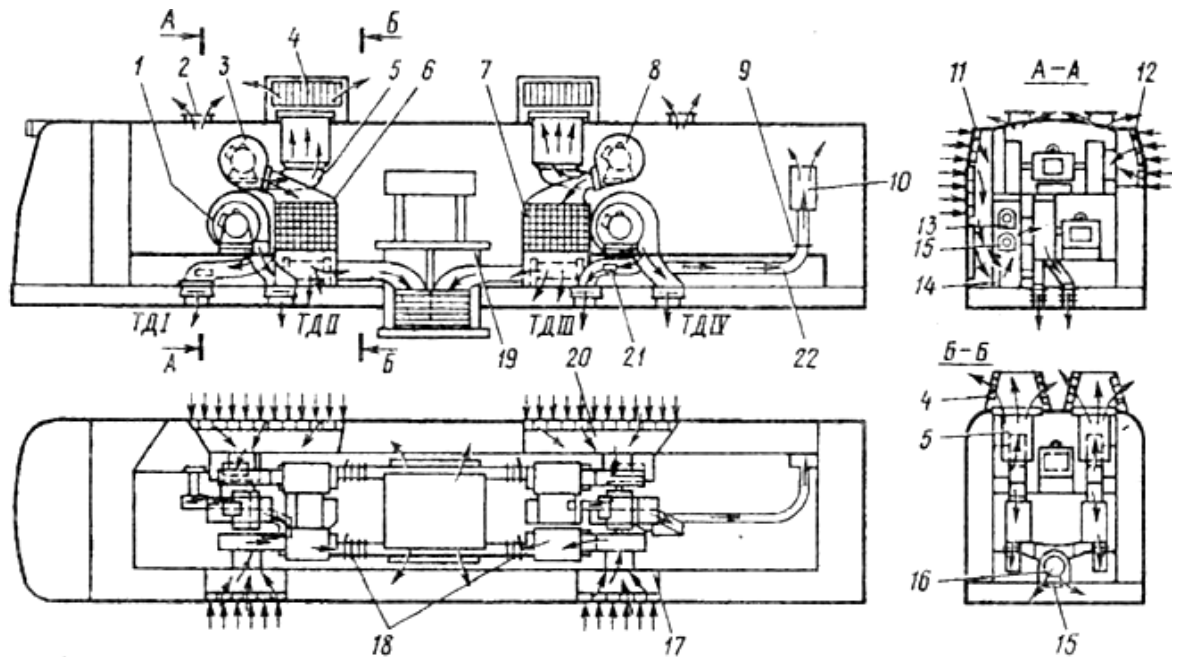


Рис. 1.2. Вентиляционные устройства электровоза ВЛ-80с

В процессе работы электрического оборудования электровоза — тяговых двигателей, выпрямительных установок, трансформаторов, вспомогательных машин, аппаратуры — происходят потери энергии, которые обычно выделяются в виде тепла. Есть аппаратура электронная, которая вообще не может работать без охлаждения, так как возможен пробой напряжения в обратном направлении, что вызовет аварию силовой цепи. Это тепло необходимо отвести от машин или аппаратов во внешнюю среду. На электровозах предусматривают специальные вентиляционные устройства, обеспечивающие интенсивную подачу необходимого количества воздуха для охлаждения трансформатора, тяговых двигателей, выпрямительной установки, сглаживающих реакторов. Устройства вентиляции состоят из вентиляторов, воздухопроводов прямоугольного сечения, фильтров и специальных заслонок. Вентиляторы приводятся во вращение асинхронными электродвигателями, которых четыре штуки. Воздухопроводы выполнены из тонколистовой стали, фильтры — из металлических сеток, регулирующие заслонки (шиберы) — из листовой


стали. MB1 — забирает воздух одним вентиляторным колесом с передней форкамеры правой стороны.

Протягивает воздух через индуктивные шунты (ИШ1, ИШ2) и нагнетает на охлаждение 1го и 2го тяговых двигателей с объёмом  $105\text{м}^3/\text{мин}$ , давление 1,31 -1,4 Па. MB2 — забирает воздух одним вентиляторным колесом из 2 ой форкамеры правой стороны, нагнетается на охлаждение 3 го и 4 го двигателей.

Часть воздуха от 4го двигателя идёт на охлаждение шкафов ВУВ60 и выбрасывается внутрь кузова для наддува.

MB3 — имеет два вентиляторных колеса, стоит над MB1, забирает воздух с двух сторон кузова через жалюзи и по воздуховодам направляет его на охлаждение шкафов ВУ611, ВУ612. Часть воздуха направляется на охлаждение СР 55 ( сглаживающие реакторы ), СР 56 и на охлаждение половины секции теплообменника трансформатора. MB4 — имеет два вентиляторных колеса, стоит над MB2, забирает воздух с правой и левой стороны кузова через жалюзи и нагнетает на охлаждение шкафов ВУ — 621 и ВУ622. Часть воздуха поступает на охлаждение СР56 и на охлаждение 2ой половины секции теплообменника трансформатора.

Система вентиляции и ее устройства в каждой секции электровоза ВЛ-80с одинаковы. В машинном помещении установлен центробежный вентилятор 1. Забор воздуха производится через жалюзи 11. На пути до вентилятора воздух охлаждает индуктивные шунты 13, а после вентилятора — тяговые двигатели ТД1 и ТД11; выбрасывается воздух под кузов.

Два центробежных вентилятора с одномоторным приводом 3, установленные в том же конце машинного помещения, где и вентилятор 1, производят забор воздуха через жалюзи 11 и 12. Специальное устройство переключения 6 позволяет воздух от вентиляторов направить на охлаждение или блока тормозных реостатов 5 (при работе электровоза в режиме электрического торможения), или выпрямительной установки 7,


трансформатора 19 и сглаживающего реактора 16 (в режиме тяги). Распределение воздуха между ними осуществляется заслонками 18 (на трансформатор) и 15 (на реактор). После охлаждения блока тормозных реостатов воздух выходит через жалюзи 4 на крыше электровоза. В другом конце машинного помещения установлены такие же вентиляторы, охлаждение аппаратов и тяговых двигателей ТДШ и ТДІV производится аналогичным образом. Некоторое отличие заключается в том, что от вентилятора 8, охлаждающего двигатель ТДІV, часть воздуха по воздухопроводу 22 направляется на охлаждение блока выпрямительной установки возбуждения 10. Количество необходимого воздуха для нее устанавливается заслонкой 9, фиксируемой в определенном положении. В воздухопроводах к двигателям ТДІ и ТДШ имеются заслонки 21, через которые производится выброс воздуха в кузов для создания противодавления, т. е. внутри кузова создают избыточное давление, препятствующее проникновению через неплотности кузова наиболее запыленной части воздуха, находящегося непосредственно над железнодорожным полотном. Воздух, поступающий через заслонки 21, также охлаждает оборудование, расположенное внутри кузова. Из кузова воздух выходит через дефлекторы 2, расположенные на крыше. Перед вентиляторами в кузове предусмотрены форкамеры 20, 17 и малая камера 14. Система вентиляции имеет летний и зимний режимы работы. Зимой на воздухозаборные жалюзи устанавливают фильтры-шторы.

Система вентиляции предусматривает следующие значения расхода воздуха для охлаждения, м<sup>3</sup> /мин.

<i>тягового двигателя.....</i>	<i>105</i>
<i>выпрямительной установки возбуждения.....</i>	<i>17</i>
<i>силовой выпрямительной установки.....</i>	<i>170</i>
<i>теплообменников трансформаторов.....</i>	<i>330</i>
<i>сглаживающего реактора.....</i>	<i>50</i>
<i>блоков балластных резисторов.....</i>	<i>206</i>


На серийных электровозах, начиная с № 1785, при продолжительном токе тяговых обмоток 1570 А допускается эксплуатация трансформаторов с расходом охлаждающего воздуха не менее 260 м<sup>3</sup>/мин.

### 1.3. Вентиляция тяговых двигателей

Нагревание электрических машин — основной фактор, определяющий их номинальные мощности и токи. Температура, которой достигает части машины, зависит не только от количества тепла, выделяющегося в ней каждую секунду, но и от условий отвода его. Поэтому интенсивность охлаждения современных тяговых двигателей существенно влияет на их габаритные размеры при заданной мощности, или что то же самое, на значение мощности при заданных габаритных размерах. В качестве охлаждающей среды для тяговых машин всегда используют воздух. Интенсивность вентиляции оценивается коэффициентом вентиляции в процентах — отношением мощности продолжительного режима двигателя к его часовой мощности. Коэффициент вентиляции электровозных тяговых двигателей с независимой вентиляцией равен 85—88%, а двигателей электропоездов с самовентилиацией — 70—74%.

При независимой вентиляции воздух для охлаждения внутреннего пространства двигателя поступает от специального вентилятора, приводимого во вращение отдельным электродвигателем, независимо от скорости движения электровоза. При самовентилиации вентилятор представляет собой неотъемлемую часть тягового двигателя, который является приводом вентилятора.

В случае независимой вентиляции количество продуваемого воздуха, его напор, периодичность подачи не зависят от режима работы тягового двигателя, и их можно регулировать произвольно. Это наиболее совершенная система вентиляции. При самовентилиации работа вентилятора зависит от режима работы двигателя, т. е. практически регулировке не поддается. Объем прогоняемого через двигатель воздуха в этом случае определяется конструкцией вентилятора и его


аэродинамической характеристикой при различной частоте вращения якоря. При независимой вентиляции тяговых двигателей применяют исключительно нагнетательные вентиляторы, так как в этом случае воздух во внутреннем пространстве двигателя находится под избыточным давлением, что уменьшает опасность проникновения пыли и снега через выходные отверстия. Центробежный вентилятор 2 (рис. 1.3., а и б) забирает воздух через сетку и лабиринтные жалюзи 6 в боковых стенках кузова. Проходя через жалюзи, воздух очищается от капельной атмосферной влаги и крупных частиц пыли, затем он направляется вверх через окно 7 в потолке форкамеры, а после этого — вниз в камеру индуктивных шунтов 8 и вентиляторами по воздуховодам 3, 4 и 5 нагнетается в тяговые двигатели, через отверстия в их остовах воздух выбрасывается в атмосферу.

На секциях электровозов раннего выпуска независимая вентиляция тяговых двигателей осуществляется одним центробежным вентилятором с электродвигателем 9 (рис. 1.3., в). При поворотах потока воздуха после прохода через жалюзи происходит дополнительная инерционная очистка воздуха от влаги, снега и пыли, которые осаждаются на пол форкамеры. На электровозах Чешского выпуска воздух забирается вентиляторами через фильтры, установленные в средней части кузова, которые образуют как бы фонарь, покрытый сверху крышей. Через боковые проемы фонаря проходит воздух. Чтобы влага не попадала в кузов, на стоянках фильтры прикрывают заслонками, для чего поворачивают рукоятку ручного привода.

В тяговых двигателях постоянного и пульсирующего тока с независимой вентиляцией воздух поступает в машины обычно со стороны коллектора. Это позволяет использовать коллекторную камеру для более равномерного распределения параллельных воздушных потоков внутри двигателя. Однако иногда предусматривают поступление воздуха и со стороны, противоположной коллектору. Внутри двигателя воздух чаще


всего движется двумя струями. Одна из них, омывая коллектор и проходя между катушками главных и добавочных полюсов, выходит наружу через отверстия в противоположной стороне остова.

Другая, направляясь через внутренние каналы якоря, охлаждает сердечник якоря и выходит наружу через отверстия, расположенные на стороне, противоположной коллектору. Такая вентиляция двигателя наиболее эффективна и проста. На электровозах выполняется частичная рециркуляция охлаждающего воздуха в зимний период и сезонная регулировка его расхода в летний. Это позволило снизить почти в 2 раза количество забираемого наружного воздуха, повысить эффективность его очистки и уменьшить расход электроэнергии на вентиляцию.

В летнем режиме эксплуатации система вентиляции обеспечивает полный номинальный расход воздуха на охлаждение и выброс воздуха в кузов, необходимый для создания противодавления в нем.

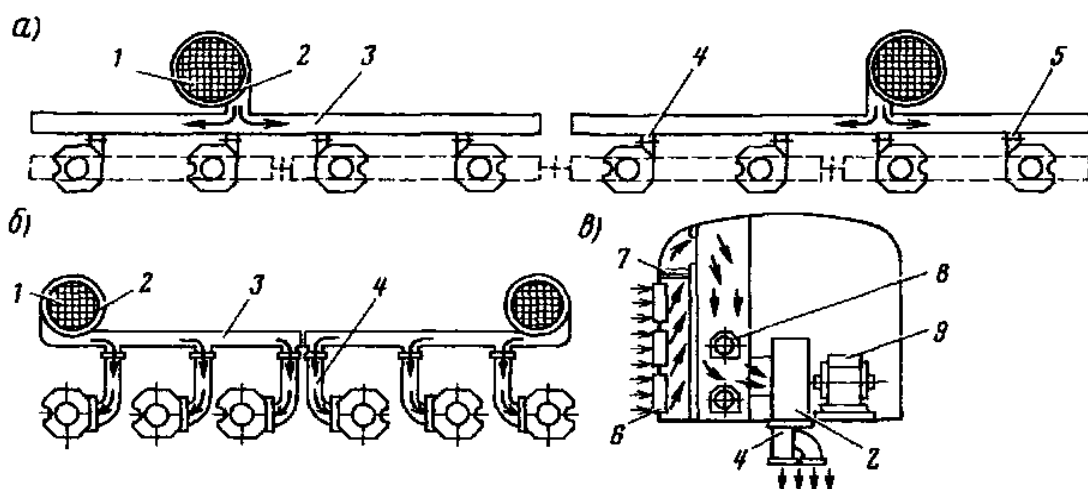


Рис. 1.3. Схемы вентиляции тяговых двигателей на электровозах

Независимая вентиляция может быть выполнена как групповой, так и индивидуальной. Первая система более распространена на электровозах с двигателями опорно-осевого подвешивания.

Ее преимущество в сравнении с индивидуальной — меньшее число вентиляторов (один на два — четыре тяговых двигателя), а недостаток — большие потери напора воздуха в воздуховодах и трудности с его равномерным распределением по отдельным машинам. Индивидуальную


независимую вентиляцию чаще всего применяют при рамной подвеске двигателей, когда весь блок вентилятора может быть установлен непосредственно на осто́ве тягового двигателя без соединительных патрубков.

Тяговые двигатели с самовентиляцией имеют параллельную вытяжную вентиляцию, поток воздуха направлен от коллектора к противоположной стороне. Вентилятор на всех двигателях мотор-вагонного подвижного состава располагают на стороне, противоположной коллектору, так как при этом существенно упрощается конструкция двигателя, облегчается его ремонт. Самовентиляция по направлению воздушного потока в двигателе мало отличается от принудительной при независимой подаче воздуха. Отличие состоит лишь в том, что в двигателе создается разрежение: это способствует прониканию в него пыли и снега.

Правильный выбор эффективности вентиляции имеет существенное значение. При недостаточной вентиляции повышается нагрев обмоток двигателя, т. е. ограничивается его мощность; усиленная вентиляция приводит к излишней затрате энергии и снижению к. п. д. машины.

Например, увеличение количества воздуха для вентиляции одной и той же машины на 20, 50 и 100% снижает температуру ее нагрева приблизительно на 4, 7 и 15% при увеличении напора соответственно на 45, 135 и 300%.

Опытом эксплуатации тяговых двигателей установлено, что наиболее рациональная эффективность вентиляции для машин с независимой вентиляцией получается при  $k=2,1$  Ч-2,7 м<sup>3</sup>/(мин-кВт).

Этому соответствует превышение температуры нагрева воздуха, равное 22ч-Ч- 25 °С. Для машин с самовентиляцией количество охлаждающего воздуха определяют аэродинамическим расчетом. Из-за ограниченности размеров встроенного вентилятора эффективность вентиляции в этих машинах существенно ниже:  $k_v = 1,3$  ч- 1,6 м<sup>3</sup>/(мин-кВт). В этих машинах  $D_{98} = 30$  Ч- 35 °С.


#### 1.4. Мотор-вентиляторы

Мотор-вентиляторы э.п.с. постоянного тока, различаясь по назначению, мощности, характеристикам, имеют много общих элементов конструкции. Все двигатели вентиляторов являются одно коллекторными, четырех полюсными с последовательным возбуждением.

Последовательное возбуждение обуславливает наиболее простую схему включения двигателя, большие пусковые моменты и высокую перегрузочную способность.

Двигатели последовательного возбуждения обладают также лучшими свойствами при неустановившихся процессах работы оборудования. Для повышения стабильности работы в условиях значительных колебаний напряжения в контактной сети и улучшения пусковых характеристик магнитные системы двигателей выполняют обычно слабо насыщенными. Обмотки полюсов и якорей изготавливают чаще всего из медного провода с изоляцией классов А, В, Н и Р.

Для мотор-вентиляторов э.п.с. переменного тока отечественного производства в качестве привода применяют трехфазные асинхронные двигатели тягового исполнения: АП81-4, АС81-6, АП82-4, АС82-4, АЭ-92-402, АОСВ72-6, ДОЖ42-2, АОМ42-2, АОМ32-4. Они имеют литые чугунные (чаще всего) или сварные стальные остовы, в которых закреплены сердечники, набранные из листов электротехнической стали.

Листы сердечника оксидированы или покрыты лаком. В пазах сердечника статора уложена двухслойная, петлевая (чаще) или однослойная обмотка. Обмотка обладает высокой стойкостью против вибрации и тряски.

Достигается это надежной изоляцией пазовых частей обмотки, тщательным пропитыванием ее термореактивными лаками и надежным креплением головок лобовых частей катушек к бандажным кольцам.


Сердечники статоров имеют надежное стопорение: болтовые соединения снабжены пружинными или стопорными шайбами, предотвращающими самопроизвольное ослабление крепления.

Сердечник ротора набран из листов электротехнической стали, не покрытых лаком. В его пазы залит или сплав, состоящий из 96% силумина и 4% меди, или алюминий. Защитные пазы ротора вместе

Буквы и цифры означают: А — асинхронный, П — повышенный пусковой момент, С — повышенное скольжение, О — обдуваемый, Д — двигатель, Ж — железнодорожный, Э — электровозный, М — морской, В — со специальным валом.

Первая цифра после букв указывает номер диаметра статора, вторая — номер длины статора, третья — число полюсов с торцовыми кольцами образуют короткозамкнутую обмотку типа беличьего колеса.

Торцовые лопасти ротора служат вентилятором, охлаждающим двигатель. Литые клетки обмоток роторов значительно лучше противостоят вибрациям, чем сварные медные.

Посадка сердечника ротора на валу прессовая со шпонкой. Вал ротора вращается в шариковых подшипниках, закрепленных в подшипниковых щитах из стального литья. Воздушный зазор между статором и ротором делают максимальным возможным (0,35— 0,75 мм).

Литые остовы и подшипниковые щиты обеспечивают большие вибростойкость и ударостойкость, чем сварные. Сварные остовы и подшипниковые щиты изготовляют из сталей 10, 15, 20 или мостовой М16С, обеспечивающих стойкость сварных швов при пониженных температурах.

### 1.5. Система САУВ для электровоза ВЛ-80с

Система САУВ предназначена для автоматизированного выбора частоты вращения вентиляторов (номинальной или низкой) в зависимости от теплового состояния тяговых двигателей, выпрямительных установок и сглаживающих реакторов. Система контролирует и стабилизирует


температурный режим охлаждаемого оборудования, благодаря чему повышается его надежность и соответственно продлевается срок службы электровозов. При этом обеспечивается экономия электроэнергии (в среднем около 7 % по сети железных дорог) за счет оптимального управления вентиляторами, когда используется объективный критерий — фактическая температура охлаждаемого оборудования.

#### Основные параметры и технические данные САУВ

Номинальное входное напряжение переменного тока, В	380
Допустимые отклонения входного напряжения переменного тока, В	280-470
Частота входного напряжения питания, Гц	50
Число фаз входного напряжения питания	1
Входной ток силового трансформатора, не более, А	35
Номинальное выходное фазное напряжение переменного тока на выходе преобразователя, В	65
Число фаз напряжения переменного тока на выходе преобразователя	3
Номинальная частота трехфазного напряжения на выходе преобразователя, Гц	16,66
Выходной ток преобразователь, не более, А	120
Потребляемая САУВ мощность, не более, кв·А	16
Номинальное напряжение постоянного тока цепей управления САУВ, В	50
Допустимое отклонение напряжения цепей управления САУВ, В	40-65
Уставки по температура для переключения на частоту вращения вентиляторов:	
номинальную, °С	85±2
низкую, °С	75±2
начальная уставка тепловых моделей при включении	80±2


САУВ, °С

Климатические исполнение

У2

Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90

М25

Составные части системы, устанавливаемые на секциях 1 и 2 электровоза, приведены в таблице 1.1.

Составные части системы САУВ, устанавливаемые на секциях 1 и 2 электровоза ВЛ-80с

Таблица 1.1.

Обозначение	Наименование, тип
810	Трансформатор ОСЗМ-16, ТУ16.517.851-76
811	Блок управления вентиляторами БУВ-22.1
814.1 – 814.4	Датчик вентиляции ДВ-2
818. 819	Датчик контроля тока ДКТ-2000
820	Дроссель ДОСБ-7.5.
825	Предохранитель ПР-10
821	Панель контакторов ПК-21
822	Панель контакторов ПК-22
806	Вакуумный контактор КВ1-160-3У2
БИ-36	Блок индикации

Вакуумный контактор 806 (типа КВ-160-3У2) предназначен для подключения шин питания мотор-вентиляторов секции 1 электровоза к блоку управления вентиляторами 811 (типа БУВ-22.1). Он размещен на верхней части панели аппаратов № 1.

Силовой трансформатор 810 (типа ОСЗМ-16) содержит три вторичные обмотки с номинальным напряжением 42 В, которые подключаются к соответствующим шинам блока БУВ-22.1. Трансформатор собран на сердечнике стержневого типа, охлаждение его обмоток — естественное. Располагается в непроходном коридоре высоковольтной камеры (ВВК) секции 2. Блок 811 имеет металлический корпус, в котором установлены тиристорные преобразователи частоты V1 — V6, формирователи


импульсов А1 — А6, кассета управления МКУ-22.1 Размещен блок 811 в высоковольтной камере секции 2 со стороны между секционным соединением. Датчики вентиляции 814.1 — 814.4 (типа ДВ-2) контролируют наличие потока воздуха в воздуховодах мотор-вентиляторов МВ1 — МВ4 секций 1 и 2. Датчик состоит из стакана, в котором расположена печатная плата с чувствительным элементом и усилителем. Питание всех датчиков электровоза осуществляется от платы блока питания А2 кассеты МКУ-22.1 двухполярным напряжением  $\pm 12$  В. В стакане имеются калиброванные отверстия для создания воздушного потока, пропорционального потоку в воздуховоде электровоза. Величина воздушного потока воспринимается чувствительным элементом датчика, сигнал с которого усиливается, объединяется с сигналами остальных датчиков электровоза и подается в кассету МКУ-22.1. В последней моделируются тепловые процессы охлаждаемого оборудования. Монтируются датчики на улитках мотор-вентиляторов МВ1 и МВ2, а также устройствах переключения воздуха МВ3 и МВ4 обеих секций. Датчики контроля тока 818 и 819 (типа ДКТ-2000) находятся в пластмассовом корпусе, на котором размещена плата с элементами и зажимами для подключения внешнего монтажа. Датчики крепятся к токоведущим шинам переменного тока выпрямительных установок (ВУ61 и ВУ62) секции 2. Дроссель 820 (типа ДОСБ-7,5) собран на броневом ленточном магнитопроводе. Имеет катушку с отводом для подбора индуктивности. Дроссели устанавливаются на каркасе панели аппаратов № 2 обеих секций. Предохранитель 825 (типа ПР-10) с помощью стальной скобы крепится к гетинаксовой панели РЩ-34 секции 2. Панель контакторов 821 (типа ПК-21) представляет собой стальной каркас, на котором монтируются электромагнитные контакторы типа МК1-20 низкой частоты вращения (827 — 830) мотор-вентиляторов МВ1 — МВ4, а также промежуточные реле 259.2 и 859. Здесь же размещается панель реле 817.1 (типа ПР-21). Панель ПК-21 устанавливается в ВВК секции 1 над блоком управления реостатным торможением. Панель реле ПР-21 имеет реле К1,


К2 и К3. Реле К1 служит для включения промежуточных реле 259.1 259.2 и 859 в зависимости от необходимого режима работы мотор-вентиляторов. Реле К2 шунтирует вспомогательные блокировки контакторов 127 и 130 в цепи линейных контакторов в период перехода работы мотор-вентиляторов с одного режима на другой, чтобы предотвратить разбор схемы тяги. Реле К3 предназначено для отключения промежуточных реле 259 1, 259.2 и 859. Панель контакторов 822 (типа ПК-22) содержит контакторы (827 — 830) низкой частоты вращения мотор-вентиляторов MB1 — MB4, панель реле 817.2 (типа ПР-22) и панель питания 823 (ПП-25), размещенные на общем стальном каркасе. Устанавливается панель ПК-22 в ВВК секции 2 около панели аппаратов № 1.

Комплектующие элементы панели питания ПП-25:

электромагнитный контактор 808;

электромагнитные реле 823 и К8;

тепловое реле 809;

предохранители F1, F2 и 803;

тумблер SA2;

трансформатор Т, питающий узел синхронизации платы процессора;

сглаживающий дроссель L с разрядными диодами V7 и V8.

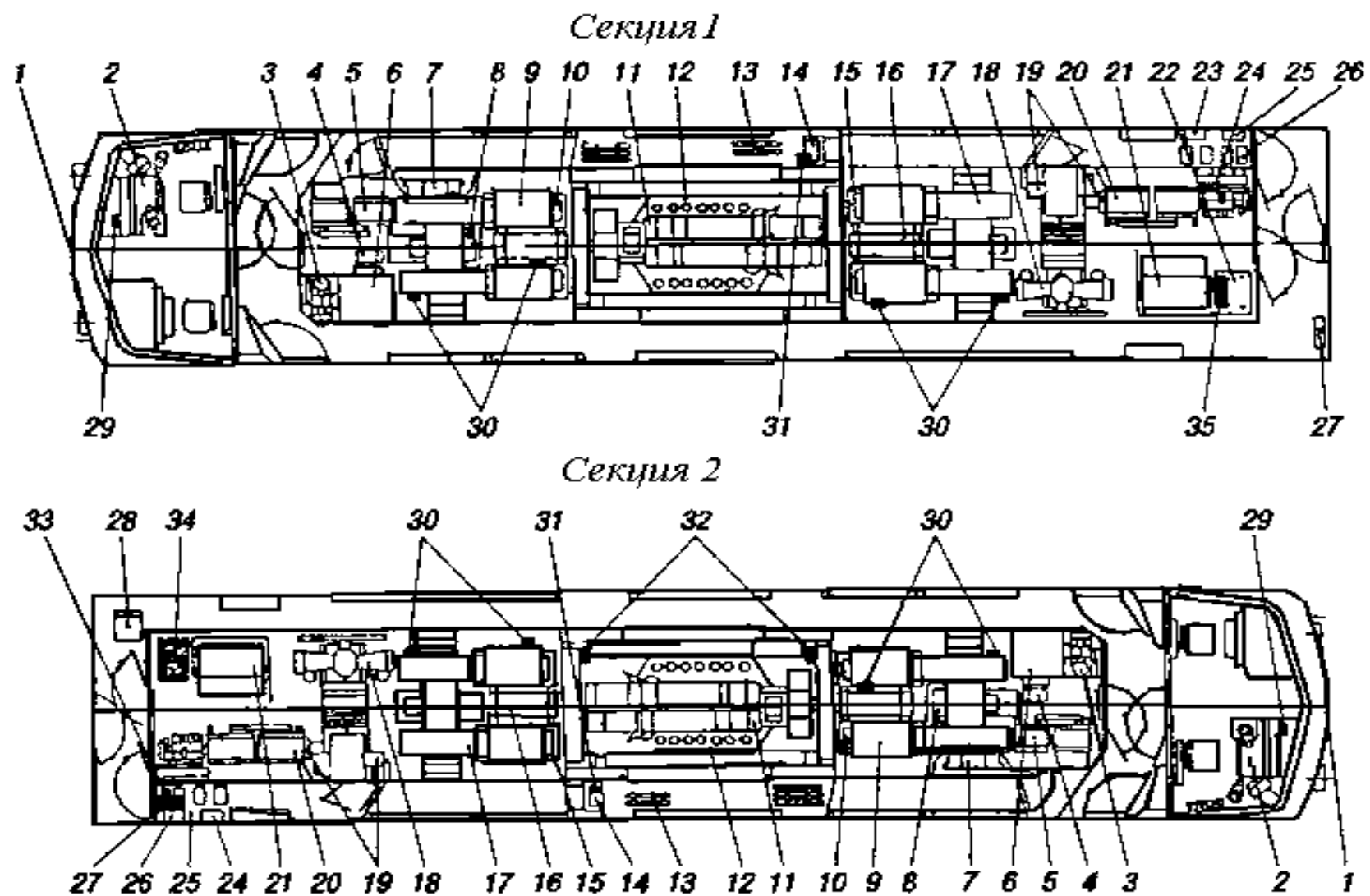



Рис. 1.4. Схема размещения оборудования на электровозе ВЛ-80с с системой САУВ

### Штатное

- 1 – розетки между электровозного соединения;
- 2 – аппараты в кабине машиниста;
- 3 – агрегат двигателя-компрессора для подъема токоприемника;
- 4 – трансформатор ТРПШ-2;
- 5 – блок силовых аппаратов № 1;
- 6 – электропреобразовательный агрегат;
- 7 – индуктивный шунт;
- 8 – центробежный вентилятор тяговых двигателей;
- 9 – блок тормозных резисторов;
- 10 – устройство переключения воздуха;
- 11 – главный контролер ЭКГ-8;
- 12 – блок трансформатора;
- 13 – пневматический контактор;
- 14 – панель аппаратов № 2;
- 15 – блок выпрямительной установки ВУК-4000Т-02;
- 16 – сглаживающий реактор РС-53;
- 17 – блок центробежных вентиляторов;
- 18 – блок двигателя компрессора;
- 19 – блокировочный переключатель;
- 20 – блок силовых аппаратов № 2;
- 21 – панель аппаратов № 1;
- 22 – блок управления реостатным торможением;
- 23 – блок диодов и панель аппаратов № 6;
- 24 – блок выпрямительной установки возбуждения;
- 25 – блок диодов и панель аппаратов № 7
- 26 – датчик тока ДТ-39
- 27 – радиостанция;
- 28 – санузел;


дополнительное

- 29 – блок индикации;
- 30 – датчики вентиляции ДВ-2;
- 31 – дроссель ДОСБ-7.5;
- 32 – датчик контроля тока ДКТ;
- 33 – трансформатор ОСЗМ-16;
- 34 – блок управления вентиляторами БУВ-22,1 и панель контакторов ПК-22;
- 35 – панель контакторов ПК-21

Дроссель сглаживает пульсации напряжения постоянного тока 50 В, которое подается в блок питания БП-5.1.

Тепловое реле 809 и предохранитель 803 исключают перегрузки и короткие замыкания в силовых цепях САУВ.

Предохранитель F1 защищает от коротких замыканий входную цепь узла синхронизации, а F2 — входную цепь блока питания БП-5.1 кассеты МКУ-22.1.

Реле 823 предназначено для первоначального включения контактора 808 и подачи питания на цепь синхронизации кассеты. Реле К8 служит для отключения САУВ из кабины электровоза.

Панель питания ПП-25 присоединяется к цепям управления САУВ через штепсельный разъем ХЗ. Силовые провода (кабели) С1, С2, С170 и С270 подключаются непосредственно к выводам контактора 808 и предохранителя 803.

Панель реле ПР-22 содержит реле К1, К2, К3, К4 и К5. Реле К1 служит для включения промежуточных реле 259.1, 259.2 и 859 в зависимости от необходимого режима работы мо-тор-вентиляторов.

Реле К2 шунтирует вспомогательные блокировки контакторов 127 и 130 в цепи линейных контакторов в период перехода работы мотор-вентиляторов с одного режима на другой, чтобы предупредить разбор схемы тяги. Реле К3 служит для отключения промежуточных реле 259.1,


259.2 и 859, реле К4—для включения контакторов 129, 130 или 829, 830 секций 1 и 2, реле К5 —для включения контакторов 127, 128 или 827, 828 секций 1 и 2.

Панель контакторов 822 (типа ПК-22) содержит контакторы (827 — 830) низкой частоты вращения мотор-вентиляторов МВ1 — МВ4, панель реле 817.2 (типа ПР-22) и панель питания 823 (ПП-25), размещенные на общем стальном каркасе. Устанавливается панель ПК-22 в ВВК секции 2 около панели аппаратов № 1.

Комплектующие элементы панели питания ПП-25: электромагнитный контактор 808; электромагнитные реле 823 и К8; тепловое реле 809; предохранители F1, F2 и 803; тумблер SA2; трансформатор Т, питающий узел синхронизации платы процессора; сглаживающий дроссель L с разрядными диодами V7 и V8.

Дроссель сглаживает пульсации напряжения постоянного тока 50 В, которое подается в блок питания БП-5.1.

Тепловое реле 809 и предохранитель 803 исключают перегрузки и короткие замыкания в силовых цепях САУВ. Предохранитель F1 защищает от коротких замыканий входную цепь узла синхронизации, а F2 — входную цепь блока питания БП-5.1 кассеты МКУ-22.1. Реле 823 предназначено для первоначального включения контактора 808 и подачи питания на цепь синхронизации кассеты. Реле К8 служит для отключения САУВ из кабины электровоза.

Панель питания ПП-25 присоединяется к цепям управления САУВ через штепсельный разъем Х3. Силовые провода (кабели) С1, С2, С170 и С270 подключаются непосредственно к выводам контактора 808 и предохранителя 803.

Панель реле ПР-22 содержит реле К1, К2, К3, К4 и К5. Реле К1 служит для включения промежуточных реле 259.1, 259.2 и 859 в зависимости от необходимого режима работы мотор-вентиляторов. Реле К2 шунтирует вспомогательные блокировки контакторов 127 и 130 в цепи линейных


контакторов в период перехода работы мотор-вентиляторов с одного режима на другой, чтобы предупредить разбор схемы тяги. Реле КЗ служит для отключения промежуточных реле 259.1, 259.2 и 859, реле К4—для включения контакторов 129, 130 или 829, 830 секций 1 и 2, реле К5 —для включения контакторов 127, 128 или 827, 828 секций 1 и 2.

Блок индикации БИ-36 состоит из стрелочного указателя температуры (УТ), тумблера SA1 включения САУВ. На шкале УТ нанесены метки уставок переключения на номинальную и низкую частоты вращения мотор-вентиляторов. В стрелочный указатель встроен светодиодный индикатор красного света отказов САУВ. Блок индикации устанавливается в кабине электровоза на пульте машиниста.

### 1.6. Работа САУВ.

Описание работы соответствует функциональной схеме рис. 1.5. и принципиальной электрической схеме подключения системы автоматизированного управления вентиляторами к цепям электровоза — Э2535.00. 00ЭЗ. В зависимости от теплового состояния силового оборудования электровоза система САУВ регулирует расход охлаждающего его воздуха (Q) изменением частоты вращения (n) приводных двигателей вентиляторов MB1 — MB4.

Кассета МКУ-22.1 вычисляет величину превышения температуры одновременно шести элементов оборудования (выпрямительной установки, сглаживающих реакторов и четырех частей ТД — обмоток якорей, главных и добавочных полюсов, компенсационных обмоток) и настраивает расход охлаждающего воздуха по максимально нагретому элементу сравнением с уставками переключения на номинальную или низкую частоту вращения вентиляторов.

Превышение температуры вычисляется на основании информации о величинах тока ТД5 — ТД8, получаемой от датчиков тока 818 и 819 в виде напряжения 11я (оно пропорционально тяговому току), а также о расходе охлаждающего воздуха от датчиков вентиляции 814.1 — 814.4 (UB).


Система САУВ имеет две ступени расхода воздуха — номинальный ОНОм и низкий 1/3Оном. чему соответствует номинальная пном (F1) и низкая пниз (F2) частоты вращения вентиляторов MB1 — MB4. При номинальной частоте вращения (пНОм ~ 1400 об/мин) вентиляторы питаются от трехфазного напряжения 380 В, 50 Гц (шины С1 — С3) электровоза через штатные контакторы 127 — 130 (контакторы 827 — 830 системы САУВ в этом случае отключены).

При низкой частоте вращения (пНИз = 480 об/мин) мотор-вентиляторы запитываются от тиристорного преобразователя частоты блока БУВ-22.1 через контакторы 827 — 830 (контакторы 127 — 130 в этом случае отключены). Тиристорный преобразователь блока БУВ-22.1 совместно с силовым трансформатором 810 создает симметричную трехфазную систему напряжений 65 В (16 66 Гц). Тиристоры преобразователя управляются импульсами, генерируемыми кассетой МКУ-22.1.

Трансформатор 810 подключен к обмотке собственных нужд тягового трансформатора электровоза с помощью контактора 808 типа МК2-20 через предохранитель 803 и тепловое реле 809.

При функционировании мотор-вентиляторов MB1 — MB4 от преобразователя САУВ и выключенном мотор-компрессоре МК электровоза возникает несимметричный режим работы маслососа МН тягового трансформатора, приводящий к включению его тепловой защиты, которая разбирает силовую схему. Чтобы исключить такой режим, в фазу С205 маслососа установлен дроссель 820. Включают систему САУВ тумблером SA2 «Вкл. САУВ» на панели ПП-25. При этом рукоятка тумблера SA1 «Вкл. САУВ» на блоке БИ-36 должна быть в положении «Вкл.». В этом случае срабатывают контактор 808 и реле 823 на ПП-25, которые затем становятся на самопитание.

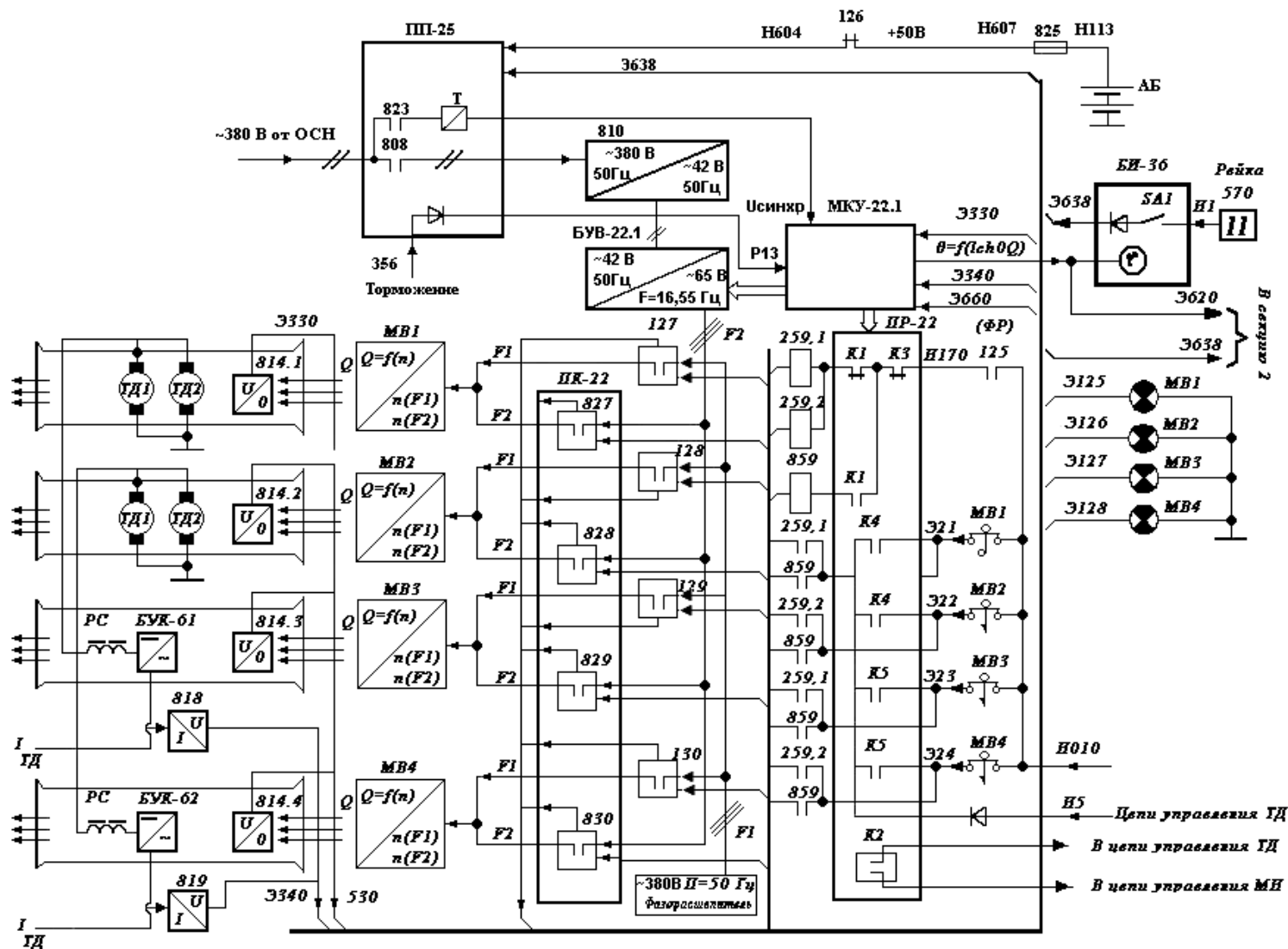



Рис. 1.5. Функциональная схема системы САУВ на электровозе ВЛ-80с

Контактор 808 подключает первичную обмотку трансформатора 810 а реле 823 — трансформатор синхронизации Т к цепям 380 В, 50 Гц электровоза.

Напряжение питания системы +50 В подается непосредственно тумблером SA2. После поднятия токоприемника и включения главного воздушного выключателя (ГВ) напряжение 380 В переменного тока через представленные выше цепи поступает на первичные обмотки силового трансформатора 810 и трансформатора синхронизации Т.

Когда система САУВ включается, температура на УТ блока БИ-36 в кабине устанавливается равной 80 °С. При включенных вентиляторах, собранной схеме «Тяга» и отсутствии тягового тока температура уменьшается. После того, как она достигнет 75 °С, начинается автоматический цикл переключения мотор-вентиляторов на низкую частоту вращения, длящийся 12 с и состоящий из шести тактов, каждый из которых длится 2 с. Алгоритм перехода с одного режима САУВ на другой приведен на рис. 1.6.

такт I — включаются реле К2 на панелях реле ПР-21, ПР-22 и своими контактами по проводам Н13 — Н16, Н439, Н495 шунтируют блокировки контакторов 129, 130 в цепях линейных контакторов 51 — 54 и маслососа 133;

такт II — срабатывают реле К3, которые разрывают цепи проводов Н170 — Н670 (промежуточные реле 259.1 и 259 2 отключаются);

такт III — включаются реле К1, замыкающие цепи проводов Н670 — Н616 (включаются реле 859) и проводов Э306 — Н630 (включается вакуумный контактор 806, который подключает силовые шины С11, С21 и С30 к выводам С150, С250 и С3 блока БУВ-22.1, подготавливая цепи питания всех мотор-вентиляторов секции 1 к работе на низкой частоте вращения),

такт IV — срабатывает реле К4, которое своей блокировкой включает контакторы 829 и 830;

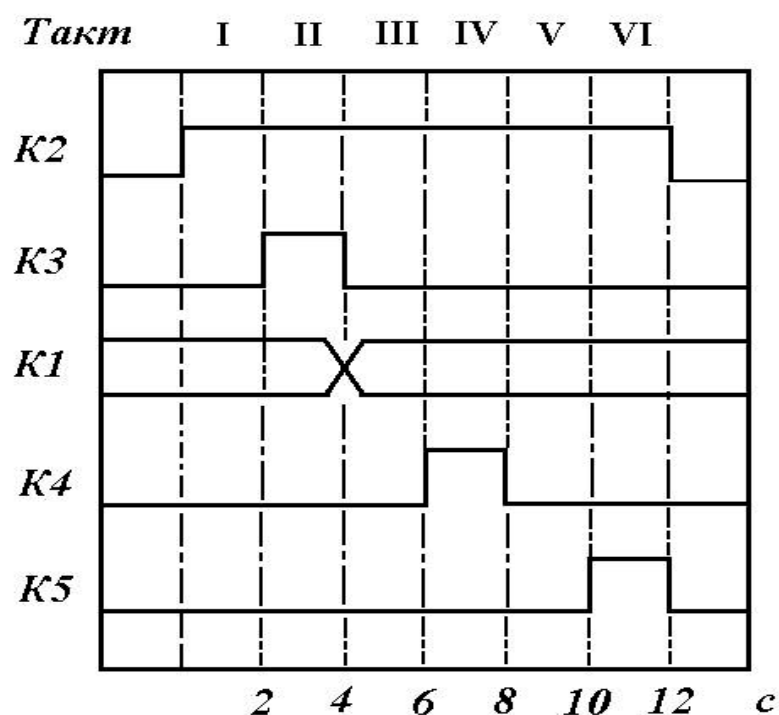

такт V — время, необходимое для разгона МВ3 и МВ4; такт VI — срабатывает реле К5, включающее своей блокировкой контакторы 827 и 828.

Через 12 с реле К2 и К5 отключаются. Включенным остается только реле К1, которое обеспечивает включенное состояние контакторов 827 — 830 и тем самым низкую частоту вращения вентиляторов. Цикл переключения завершен. При движении электровоза и повышении тяговой нагрузки увеличивается температура охлаждаемого оборудования. Когда она достигает 85 °С, начинается автоматический цикл переключения вентиляторов с низкой частоты вращения на номинальную. Все мотор-вентиляторы отключаются, а затем включаются сначала МВ1 и МВ2, а затем — МВ3 и МВ4.

Цикл переключения мотор-вентиляторов с низкой частоты вращения на номинальную аналогичен изложенному выше, за исключением того, что реле К1 отключается подготавливая к включению контакторы 127— 130. Если мотор-вентиляторы работали в режиме низкой частоты вращения и по каким-либо причинам сработало тепловое реле 809, то САУВ автоматически переводит мотор-вентиляторы в режим номинальной частоты вращения.

Сигналом для такого перехода будет являться подача питания 50 В через замкнувшуюся блокировку контактора 808 в кассету МКУ-22.1

Если мотор-вентиляторы работали на низкой частоте вращения, то при переводе электровоза в режим «Реостатное торможение» они автоматически переключаются на номинальную частоту вращения по сигналу от провода Э56 в кассету МКУ-22.1. При переводе электровоза в режим «Тяга» вентиляторы автоматически переводятся на низкую частоту вращения.

*Рис. 1.6. Алгоритм управления реле, обеспечивающих переход с одного режима работы мотор-вентиляторов на другой*

Система САУВ контролирует фактическое размыкание вспомогательных контактов контакторов 127 — 130 и 827 — 830 при обесточенном состоянии их катушек управления во время цикла переключения вентиляторов с низкой частоты вращения на номинальную.

Сигналы с контактов контакторов поступают по проводу Э660 в кассету МКУ-22 1. В случае несоответствия последних она вырабатывает сигнал неисправности, который выводится на УТ блока БИ-36. При этом его стрелка колеблется от 0 до 150 °С.

Контроль состояния контактов контакторов позволяет исключить повреждения САУВ, которые могут произойти при включении контакторов 127 — 130, если не разомкнутся контакты любого из контакторов 827 — 830.

Действия локомотивной бригады при ТО-1 (проверка работоспособности системы САУВ в процессе приемки электровоза). При опущенных токоприемниках и выключенных тумблере SA1 «Вкл. САУВ» (расположенном на УТ блока БИ-36 в кабине) и тумблере SA2


(установленном на панели питания ПП-25) проверяют состояние электромагнитных контакторов 827 — 830 и 127 — 130. Убеждаются в отсутствии залипания силовых и блокировочных контактов данных контакторов и в свободном перемещении их приводов. Устанавливают тумблеры SA2 и SA1 в положение «Вкл САУВ». При этом на УТ блока БИ-36 должны установиться показания  $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

Поднимают токоприемник, включают ГВ. Начинают работать вентиляторы MB1 — MB4, собирается схема «Тяга» без тока через ТД. Вентиляторы работают на номинальной (штатной) частоте вращения. При уменьшении температуры по УТ ниже левой метки  $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$  начинается 12-секундный цикл автоматического переключения вентиляторов на низкую частоту вращения. При этом кратковременно загораются, а затем гаснут лампы сигнализации «MB1 — MB4» без разбора схем «Тяга».

После переключения вентиляторов на низкую частоту вращения собирается схема «Реостатное торможение». Должно произойти автоматическое переключение вентиляторов MB1 — MB4 на номинальную частоту вращения в обеих секциях. При этом кратковременно загораются, а затем гаснут лампы сигнализации «MB1 — MB4». Стрелка УТ блока БИ-36 не должна совершать колебаний от 0 до  $150^\circ\text{C}$ .

Разбирается схема «Рекуперативное торможение». Должно произойти автоматическое переключение вентиляторов MB1 — MB4 обеих секций на низкую частоту вращения. При этом кратковременно загораются, а затем гаснут лампы сигнализации «MB1 — MB4». Вентиляторы MB1 — MB4 отключаются.

Если при выполнении перечисленных проверок возникают колебания стрелки УТ от 0 до  $150^\circ\text{C}$ , то необходимо:

- отключить мотор-вентиляторы с пульта машиниста;
- выключить ГВ, опустить токоприемник; 4 отключить тумблер SA1 «Вкл САУВ» на блоке БИ-36 из кабины управления;
- осмотреть контакторы 827 — 830 на неисправной секции;


- если контакторы 827 — 830 пригодны для дальнейшей эксплуатации, то можно продолжить проверку САУВ, начиная с установки тумблеров SA2 и SA1 в положение «Вкл. САУВ».

Когда работу контакторов 827 — 830 восстановить не удастся, то САУВ отключают тумблерами SA2 и SA1 «Вкл. САУВ» В журнал технического состояния электровоза формы ТУ-152 вносят соответствующую запись. Включают тумблер SA1 «Вкл. САУВ» на блоке БИ-36.

При этом на нем должны установиться показания  $(80 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Если все приведенные проверки выполнены, то система САУВ исправна и готова к работе. Перед началом движения электровоза вентиляторы MB1 — MB4 включают обычным порядком.

Действия локомотивных бригад в пути следования. В пути следования обращают внимание на то, что при наличии тягового тока более 500 А должны увеличиваться показания УТ.

Когда при длительном движении с током 500 А и более показания не возрастают, значит возникла неисправность. Систему САУВ отключают тумблерами SA2 и SA1.

Если при переводе схемы электровоза из положения «Тяга» в положение «Реостатное торможение» (мотор-вентиляторы работали на низкой частоте вращения) переключение на номинальную частоту вращения не произошло, необходимо отключить САУВ тумблером SA1 из кабины управления до захода электровоза на ПТОЛ или в депо на ремонт.

Далее делают запись в журнале формы ТУ-152 с указанием характера неисправности САУВ.

При работе какой-либо секции электровоза по аварийной схеме (отключены ВУ и мотор-вентиляторы MB1 — MB4) систему САУВ отключают тумблером SA1 из кабины управления. Если возникают колебания стрелки УТ от 0 до  $150 ^\circ\text{C}$ , то выполняют операции, выделенные выше курсивом.

### 1.7. Структурная схема САУВ


Структурная схема системы автоматизированной управление вентиляторами приведена на рисунке 1.7. и состоит из блока преобразователя БП, который питается напряжением обмотки собственных нужд тягового трансформатора, преобразуя однофазную переменную напряжению на трехфазную и при этом регулируя амплитуду и частоту.

В свою очередь преобразованным трехфазным переменным напряжением  $U_{3\sim}$  питается мотор-вентиляторы МВ, которые нагнетают охлаждающий воздух к тяговым двигателям ТД.

Ток тягового двигателя через датчика тока ДТ передается к сумматору, где определяется разница между токами уставки  $I_{уставки}$  и тягового двигателя  $\Delta I$  и передается в систему управление СУ.

В системе управление СУ в зависимости от значения  $\Delta I$  образуется сигнал управления блока преобразователя БП.

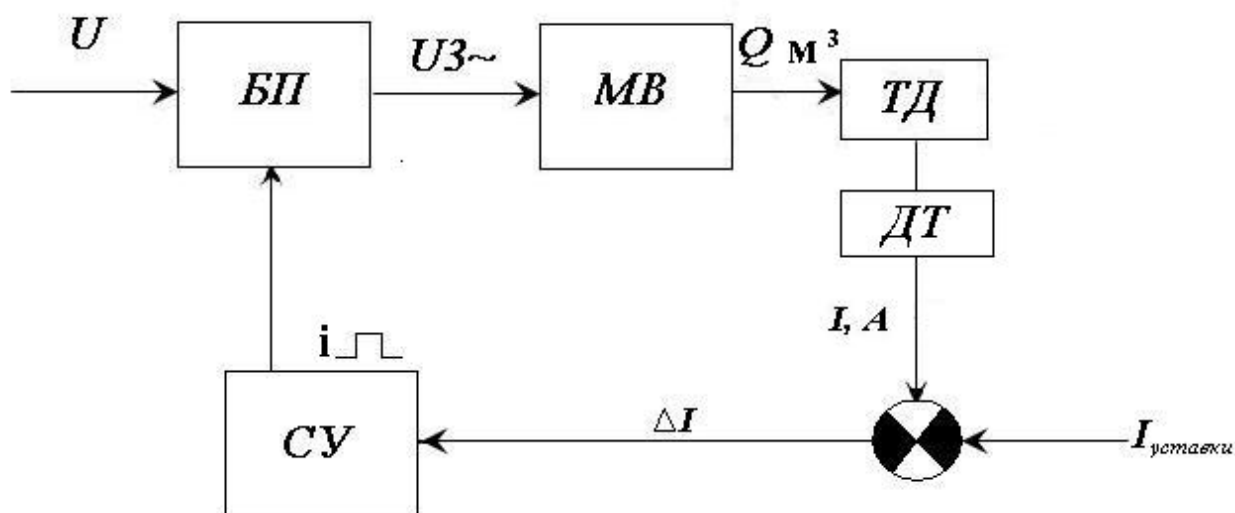


Рис. 1.7. Структурная схема САУВ


## 2.2. Тепловой расчет обмотки якоря

Постоянная составляющая тока продолжительного режима

$$I_a=820 \text{ А.}$$

Частота вращения  $n=890$  об/мин и соответственно

$$v_a=26,2 \text{ м/с, } f=33,8 \text{ Гц.}$$

Индукции, необходимые для определения потерь в стали:

$$B_{z/3}=2,25 \text{ Т; } B_a=1,415 \text{ Т; } B_\delta=1,12 \text{ Т.}$$

Магнитное напряжение зубцового слоя, необходимое для определения потерь в меди от пазового поля  $F_z=3010 \text{ А.}$

Сопротивление обмотки якоря при ожидаемой температуре

$$r_{at}=0,0119t_r,$$

здесь  $t_r$

$$t_r=1+\alpha_t(t_H-20^0)=1+0,004(t_H-20^0)$$

Суммарная длина обоих лобовых вылетов обмотки якоря  $L_{\text{лоб}}=29,8 \text{ см.}$

Приведенный периметр паза

$$\rho'=2h_z+1,33b_{\Pi}=2\cdot 35,1+1,33\cdot 7,75=80,3 \text{ мм}=8,03 \text{ см.}$$

Масса зубцов якоря

$$m_a=((b_{z1}+b_{z2})/2)h_z'l_aZ_{\gamma_{\text{ст}}}\cdot 0,97=(0,011+0,0092/2)0,0352\cdot 0,380\cdot 123\cdot 7,85\cdot 10^3\cdot 0,97=127 \text{ кг.}$$

Масса спинки (ярма) якоря

$$m_a=0,97l_a\cdot (\pi/4)[(D_a-2h_z')^2-D_i^2-m_k(d_{k1}^2+d_{k2}^2)]\gamma_{\text{ст}}=0,97\cdot 0,380(\pi/4)[(0,74-2\cdot 0,0352)^2-0,37^2-30(0,028^2+0,026^2)]7,85\cdot 10^3=609 \text{ кг,}$$

где  $m_k=30$  – число аксиальных вентиляционных каналов в ряду.

В настоящее время нет точных значений коэффициента теплопроводности материала полиамидной изоляции. Поэтому полагаем эту величину такой же, какой она рекомендована для миколентной изоляции паза якоря:  $\Delta=0,0013 \text{ Вт}/(^0\text{С}\cdot\text{см})$ , считая, что главный выигрыш от применения полиамидной изоляции состоит в том, что, будучи тонкой, она позволяет применить медные проводники большего сечения.

Эффективная толщина изоляции


$$b_{из}=(b_{П'}-b_M)/2=(0,79-0,63)/2=0,08 \text{ см},$$

где  $b_{П'}=0,79$  см – ширина паза якоря в штампе;  $b_M=b_{П'}=0,63$  см – ширина меди в пазу.

Удельная теплопроводность изоляции

$$\lambda_{из}=\Delta/b_{из}=0,0013/0,08=0,0163 \text{ Вт}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{см}).$$

Расход охлаждающего воздуха выбираем из расчета 1,7-2,5 м<sup>3</sup>/мин на 1 кВт потерь (в продолжительном режиме); в данном случае принимаем

$$Q=1,72\sum\Delta P_{\infty}=1,72UI_a(1-\eta_D)=1,72\cdot 1000\cdot 820\cdot 10^{-3}(1-0,93)=98,7 \text{ м}^3/\text{мин}$$

Эквивалентная скорость воздуха относительно поверхности якоря

$$v_{аз}=\sqrt{v_a^2+1,5(8Q/D_a^2-D_i^2)^2}=\sqrt{26,2^2+1,5(8\cdot 98,7\cdot 10^{-2}/0,74^2-0,37^2)^2}=35,3 \text{ м/с}$$

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha=0,0132 \text{ Вт}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{см}^2)$

Определяем потери в якоре.

Потери в меди обмотки якоря. Основные потери от постоянной составляющей тока, Вт

$$\Delta P_{ма-}=I_a^2\cdot r_{ат}=820^2\cdot 0,0119t_r=8000t_r$$

Коммутационные потери определяем в следующем порядке.

Коэффициент по формуле

$$e=(I_{ср}-I_a)/I_a=(0,910-0,380)/0,380=1,395$$

Приведенная высота проводника

$$\xi=h_{пр}\cdot\sqrt{(b_M\omega_a\mu_0\lambda_M)/(b_{П'}\cdot 2)}=$$

$$=0,0045\sqrt{(0,0063\cdot 2\pi\cdot 33,8\cdot 0,4\pi\cdot 10^{-6}\cdot 35\cdot 10^6)/(0,079\cdot 2)}=0,275,$$

где,  $\omega_a=2\pi f=2\pi\cdot 33,8$  – угловая частота вращения якоря, с<sup>-1</sup>;

$$\mu_0=0,4\pi\cdot 10^{-6} \text{ Г/м}; h_{пр}=0,0045 \text{ м}; b_M=b_{пр}=0,0063 \text{ м}; b_{П'}=0,0079 \text{ м};$$

$\lambda_M=35\cdot 10^6 \text{ См/м}$  – удельная проводимость электротехнической меди при ожидаемом превышении температуры обмотки 150<sup>0</sup> С (при температуре 25+150=175<sup>0</sup> С).

Коэффициент  $\mu$

$$\mu=(31\rho(u_K+\gamma-(a/\rho)))/(K\xi^2)=(31\cdot 3(3+5,07-1))/(369\cdot 0,275^2)=23,6$$

Коэффициент  $\Psi$

$$\Psi=1,8/(\mu+2)=1,8/(23,6+2)=0,0705$$


Коэффициент  $u_{\Pi}$

$$u_{\Pi}=1+0,425m^2\xi^2\Psi=1+0,425\cdot6^2\cdot0,275^2\cdot0,0705\approx1,082$$

где  $m=6$  – число элементарных проводников по высоте паза.

Коэффициент Фильда

$$k_{\Phi}=(u_{\Pi}+e)/(1+e)=(1,082+1,395)/(1+1,395)=1,035$$

коммутационные потери, Вт

$$\Delta P_{\kappa}=\Delta P_{\text{ма}}\cdot(k_{\Phi}-1)=13900t_r(1,035-1)\approx280t_r$$

Потери от главного пазового поля

$$\begin{aligned}\Delta P'_{\text{м}} &= 1,5(h_{\text{пр}}^2/b'_{\Pi})f^{1,5}F_z b_{\text{пр}} l_a N = 1,5(0,0045^2/0,0079) = \\ &= 33,8^{1,5} \cdot 3010 \cdot 0,0063 \cdot 0,380 \cdot 738 = 4020 \text{ Вт.}\end{aligned}$$

Добавочные пульсационные потери вкладываются из потерь от повышения действующего значения тока и потерь от вихревых токов; их сумма определяется по формуле

$$\Delta P_{\text{Пма}\sim} = 0,5(k_i I_{a-})^2 r_{\text{ат}} + 0,5(k_i I_{a-})^2 r_{\text{ат}}(k_{\Phi}-1) = 0,5(k_i I_{a-})^2 k_{\Phi} r_{\text{ат}} = 0,5 k_{\Phi} I_{a-}^2 r_{\text{ат}},$$

где  $k_i=0,25$  – коэффициент пульсации тока двигателя;  $k_{\Phi}$  – среднее значение коэффициента Фильда для всего паза, состоящего из  $m$  элементарных проводников по высоте, с учетом того, что добавочные потери выделяются только в пазовой части обмотки якоря.

Приведенная высота

$$\begin{aligned}\xi &= h_{\text{пр}} \cdot \sqrt{(b_{\text{м}} \omega_a \mu_0 \lambda_{\text{м}})/(b'_{\Pi} \cdot 2)} = \\ &= 0,0045 \sqrt{(0,0063 \cdot 2\pi \cdot 100 \cdot 0,4\pi \cdot 10^{-6} \cdot 35 \cdot 10^6)/(0,079 \cdot 2)} = 0,473.\end{aligned}$$

Функции:

$$\varphi(\xi) = 1 + (4/45)\xi^4 = 1 + (4/45)0,473^4 = 1,00445; \quad \varphi(\xi) = (1/3)\xi^4 = (1/3)0,473^4 = 0,0167.$$

Коэффициент Фильда

$$k_{\Phi} = [(1,00445 + ((6^2-1)/3)0,0167) - 1](0,380/0,910) + 1 = 1,084.$$

Следовательно,

$$\Delta P_{\text{Пма}\sim} = 0,5 \cdot 1,084 (0,25 \cdot 820)^2 0,0119 t_r = 271 t_r$$

Суммарные потери в меди обмотки якоря, Вт

$$\begin{aligned}\sum \Delta P_{\text{ма}} &= \Delta P_{\text{ма}} + \Delta P_{\kappa} + \Delta P_{\text{Пма}\sim} + \Delta P'_{\text{м}} = \\ &= 8000 t_r + 280 t_r + 270 t_r + 4020 = 8551 t_r + 4020\end{aligned}$$


Потери в стали. Удельные потери в зубцах якоря

$$\rho_z = [0,044 \cdot 33,8 + 5,6(33,8/100)^2] 2,25^2 = 10,8 \text{ Вт/кг.}$$

Удельные потери в ярме якоря

$$\rho_a = [0,044f + (f/100)^2] B_a^2 = [0,044 \cdot 33,8 + 5,6(34,8/100)^2] 1,415^2 = 4,27 \text{ Вт/кг.}$$

Потери в стали всей машины

$$\Delta P_c = 2,4(m_z \rho_z + m_a \rho_a) = 2,4(127 \cdot 10,8 + 609 \cdot 4,257) = 9550 \text{ Вт,}$$

где 2,4 – коэффициент, соответствующий электротехнической стали марки Э1300А с удельными потерями  $\rho_{10/50} = 2,2 \text{ Вт/кг.}$

Потери в стали наконечников (башмаков) главных полюсов

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{ско}} &= k_o (Z_n / 10000)^{1,5} [(k_\delta - 1) B_\delta t_1 \cdot 10^{-3}]^2 2p Z_{\text{ко}} b_{\text{зко}} l_m = \\ &= 1,5((123 \cdot 890) / 10000)^{1,5} [(1,26 - 1) 1,12 \cdot 0,0189 \cdot 10^{-3}]^2 6 \cdot 8 \cdot 0,019 \cdot 0,39 \approx 585 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Потери в стали якоря на перемагничивание

$$\Delta P_{\text{са}} = \Delta P_c - \Delta P_{\text{ско}} = 9550 - 585 = 8965 \text{ Вт}$$

Потери в стали сердечника от пульсации магнитного потока главных полюсов

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{Пса}} &= \rho \omega \Phi_B^2 (Z_a \sin \psi_a + Z_{za} \sin \psi_{za}) = \\ &= 3 \cdot 628 (19,7 \cdot 10^{-4})^2 (3,1 \cdot 10^4 \sin 26^\circ + 21,5 \cdot 10^4 \sin 20^\circ) \approx 610 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Из расчета переменных составляющих токов, потоков и э. д. с. здесь:

$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 100 = 628 \text{ с}^{-1}$ ;  $\Phi_{B\sim} = 19,7 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$  – амплитуда переменной составляющей потока главных полюсов;  $Z_a = 3,1 \cdot 10^4 \text{ Г}^{-1}$ ;  $\psi_a = 26^\circ$  – соответственно модуль и аргумент комплекса магнитного сопротивления ярма якоря;  $Z_{za} = 21,5 \cdot 10^4 \text{ Г}^{-1}$ ;  $\psi_{za} = 20^\circ$  – соответственно модуль и аргумент комплекса магнитного сопротивления зубцового слоя якоря.

Суммарные потери в стали якоря

$$\sum \Delta P_{\text{са}} = \Delta P_{\text{са}} + \Delta P_{\text{Пса}} = 8965 + 610 = 9575 \text{ Вт.}$$

Превышение температуры меди обмотки якоря над окружающим воздухом

$$\begin{aligned} \theta_M &= (\sum \Delta P_{\text{ма}} [1 + (\alpha / \lambda_{\text{из}} p') (t_1 + (m_k \pi d_k) / 2Z)] + \\ &+ \sum \Delta P_{\text{са}} (1 - (\alpha / \lambda_{\text{из}} p') t_1 (L_{\text{лоб}} / l_a)) \cdot 0,91 + \theta_{\text{возд}} / (\alpha \pi [D_a (l_a + L_{\text{лоб}}) + (m_k d_k / 2) l_a]) = \end{aligned}$$


$$=(11971,4t_r+5628+8310)/(0,04\cdot(5017,2+3078))=(11971t_r+13938)/323,8==33,6t_r+39,17+13=33,6t_r+52,17=105,6^0\text{C}.$$

Здесь  $\theta_{\text{возд}}=13^0\text{C}$  – среднее превышение температуры вентилирующего воздуха, принимается  $Q/\sum\Delta P_{\infty}\approx 1,72\text{ (м}^3/\text{мин)}/\text{кВт}$ . Коэффициент 0,91 учитывает открытое исполнение лобовых частей обмотки якоря. Коэффициент  $t_r=1,59$ .

### 2.3. Тепловой расчет катушек главных полюсов

Исходные данные: Число витков катушки  $\omega_B=12$

Постоянная составляющая продолжительного тока катушки

$$I_{B-}=I_a\cdot\beta_H=820\cdot 0,98=804\text{ A}.$$

Амплитуда переменной составляющей тока возбуждения  $I_{B\sim}=148\text{ A}$ .

Эквивалентная скорость охлаждающего воздуха

$$v_{\Sigma}=(8Q\cdot 10^{-2})/(D_a^2-D_i^2)=(8\cdot 130\cdot 10^{-2})/(0,74^2-0,37^2)=25,4\text{ м/с}.$$

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha=0,0096\text{ Вт}/(^0\text{C}\cdot\text{см}^2)$ .

Эффективная толщина изоляции (на одну сторону)

$$b_{\text{из}}=b_{\text{внеш}}+b_{\text{внутр}}=1,04+0,6=1,64\text{ мм}=0,164\text{ см},$$

где

$$b_{\text{внеш}}=0,13\cdot 2\cdot 4=1,04\text{ мм};$$

$$b_{\text{внутр}}=(\omega_B/10)b'_{\text{из}}=(12/10)0,5$$

$$b'_{\text{из}}=0,5\text{ мм} - \text{между витковая изоляция}.$$

Коэффициент теплопроводности материала изоляции типа «Монолит-2» можно принимать равным  $\Delta=0,002\div 0,000225\text{ Вт}/(^0\text{C}\cdot\text{см})$ .

Удельная теплопроводность изоляции

$$\lambda_{\text{из}}=\Delta/b_{\text{из}}=0,00225/0,164=0,0137\text{ Вт}/(^0\text{C}\cdot\text{см}^2).$$

При моноблочном исполнении катушки она с трех сторон плотно прилегает к стали и по этим поверхностям коэффициенты уменьшения термической проводимости могут быть приняты  $k_1=k_3=k_4=1$ ; для поверхности, обдуваемой воздухом,  $k_2=0,5$ . Периметр катушки

$$p=60+60+52+58=230\text{ мм}=23\text{ см}.$$

Приведенный периметр катушки


$$p'=60k_1+60k_2+52k_3+58k_4=60\cdot 1+60\cdot 0,5+52\cdot 1+58\cdot 1=200 \text{ мм}=20 \text{ см.}$$

Если подрез боковых внутренних граней катушки меньше  $\frac{1}{3}$  ее высоты, как в нашем случае, его можно не учитывать.

Основные потери в меди обмотки возбуждения от постоянной составляющей тока

$$\Delta P_{MB-}=I_B^2 \cdot r_B t_r.$$

Дополнительные потери в меди обмотки возбуждения от переменной составляющей тока возбуждения от переменной составляющей тока возбуждения при ожидаемой температуре

$$\Delta P_{MB\sim}=(I_{B\sim}/\sqrt{2})^2 r_B t_r=0,5 I_{B\sim}^2 r_B t_r.$$

Превышение температуры меди обмотки возбуждения над окружающим воздухом

$$\begin{aligned} \theta_M &= (\sum \Delta P_{MB} ((p'/p) + (\alpha/\lambda_{из}))/(\alpha p' l_{cp(B)})) + \theta_{возд} = \\ &= ((I_B^2 + 0,5 I_{B\sim}^2) \omega_B ((p'/p) + (\alpha/\lambda_{из}))/ (57 q_B \alpha p' 10^2)) t_r + \theta_{возд} = \\ &= ((804^2 + 0,5 \cdot 148^2) 12 ((20/23) + (0,0096/0,0137))/ (57 \cdot 239,52 \cdot 0,0096 \cdot 20 \cdot 10^2)) \cdot \\ &\quad \cdot t_r + 13 = 45 t_r + 13 = 45 \cdot 1,6 + 13 \approx 85,8 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

где  $t_r=1,6$  соответствует температуре нагрева  $t_H=85+25=110 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

#### 2.4. Тепловой расчет катушек добавочных полюсов

Исходные данные: Число витков катушки  $\omega_D=4$ .

Постоянная составляющая продолжительного тока катушки

$$I_a=820 \text{ А.}$$

Амплитуда переменной составляющей тока  $I_{a\sim}=k_i I_a=0,25 \cdot 820=205 \text{ А.}$

Эквивалентная скорость воздуха  $v_{\text{э}}=25,4 \text{ м/с.}$

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha=0,0096 \text{ Вт/(} ^\circ\text{C} \cdot \text{см}^2\text{).}$

Эффективная толщина изоляции (на одну сторону)

$$b_{из}=b_{внеш}+b_{внутр}=0,5+0,02=0,52 \text{ мм}=0,052 \text{ см,}$$

где  $b_{внеш}=0,05 \cdot 2 \cdot 4 + 0,1 = 0,5 \text{ мм;}$

$b_{внутр} = (\omega_D/10) b'_{из} = (4/10) 0,05 = 0,02 \text{ мм;}$

$b'_{из}=0,05 \text{ мм}$  – между витковая изоляция.


Коэффициент теплопроводности материала полиамидной изоляции принимаем, как и для обмотки якоря  $\Delta=0,0013 \text{ Вт}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{см})$

Удельная теплопроводность изоляции

$$\lambda_{\text{из}}=\Delta/b_{\text{из}}=0,0013/0,052=0,025 \text{ Вт}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{см}^2).$$

Периметр катушки

$$p=22+31+22+31=106 \text{ мм}=10,6 \text{ см.}$$

катушка добавочного полюса, являясь продолжением компенсационной обмотки, наматывается вокруг сердечник на широкое ребро.

Сверху по поверхности катушка удерживается пластмассовым угольником, здесь может иметь место выступание между витковой изоляции и здесь коэффициент уменьшения термической проводимости принимаем  $\kappa_1=0,2$ ; по поверхности обдуваемой воздухом  $\kappa_2=0,5$ ;  $\kappa_3=1,0$ ;  $\kappa_4=1,0$

Приведенный периметр катушки

$$p'=22\kappa_1+31\kappa_2+22\kappa_3+31\kappa_4=$$

$$=22\cdot0,2+31\cdot0,5+22\cdot1,0+31\cdot1,0=72,9 \text{ мм}=7,29 \text{ см.}$$

превышение температуры меди катушки добавочного полюса над окружающим воздухом

$$\theta_{\text{м}}=(\sum \Delta P_{\text{мв}}((p'/p)+(\alpha/\lambda_{\text{из}}))/(\alpha p' l_{\text{ср(Д)}}))+\theta_{\text{возд}}=$$

$$=((I_{\text{а}}^2+0,5I_{\text{а}\sim}^2)\omega_{\text{д}}((p'/p)+(\alpha/\lambda_{\text{из}}))/(57q_{\text{д}}\alpha p'10^2))t_{\text{г}}+\theta_{\text{возд}}=((820^2+0,5\cdot270^2)\cdot$$

$$\cdot4\cdot((7,29/10,6)+(0,0096/0,025)))/(57\cdot140,14\cdot0,0096\cdot7,29\cdot10^2)t_{\text{г}}+13=104,7^{\circ}\text{C},$$

где  $t_{\text{г}}=1,7$  соответствует температуре нагрева  $t_{\text{Н}}=104,7+25=129,7^{\circ}\text{C}$ .


## 2. Тепловой расчет обмоток тягового электрического двигателя НБ-418К6

### 2.1. Методы расчета

Номинальными режимами тяговых двигателей являются часовой и продолжительный, поэтому, строго говоря, при проектировании двигателя тепловой расчет должен быть выполнен для обоих режимов.

Расчет нагревания двигателя для часового режима сложнее, чем для продолжительного, так как он является неустановившимся в тепловом отношении, что заставляет считаться не только с теплоотдачей отдельных элементов машины, но и с их теплоемкостями.

Тепловой расчет позволяет то, что продолжительная и часовая мощности двигателей находятся в достаточно определенном соотношении, оцениваемом коэффициентом вентиляции, что позволяет, выявив превышение температуры при продолжительном режиме работы, составить представление и о порядке этой величины при часовом режиме.

При тепловых расчетах машин широко используют метод который хорошо отображающий физическую картину процессов, протекающих между отдельными теплореагирующими элементами.

Расчет нагревания электрических машин вследствие сложности тепловых и воздушных потоков в них выполняют при ряде допущений.

Вводя их, исходя из того, чтобы точность расчета для практических целей была достаточной, не требуя в тоже время непомерно большой расчетной работы.

Источники погрешностей в тепловых расчетах кроются в недостаточной точности учета влияния вентиляции на процесс рассеяния тепла с поверхностей элементов машины и недостаточной надежности коэффициентов теплопроводности сложных технических изоляций.

					МБИ-5521300-000/00-07			
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ	ИМЗО	САНА				
					Тепловой расчет обмоток двигателя	ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТов
						ТашИИТ ЕМ-501		

### 3.1. Техничко-экономическое обоснование применение САУВ на электровозе ВЛ-80с.

Обоснование технических решений с точки зрения экономики – один из основных требований рыночной экономики. Это даст возможность эффективное исполнение технических, трудовых и финансовых ресурсов.

Использование САУВ электровозов переменного тока, собственно электровоза ВЛ-80с даст возможность повысить КПД за счет применения электронных преобразователей в место электромашинного, снижение эксплуатационных расходов за счет снижение цен технологического обслуживания и сократить фонд заработной платы обслуживающего персонала, за счет изменений требований на техническое обслуживание.

На этом разделе выполнен расчет экономии средств, экономический эффективность и чистый дисконтированный доход от применений САУВ на электровозе ВЛ-80с.

Годовой экономический эффект от применения САУВ на электровозе ВЛ-80с можно определить по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{ГОД}} = \Delta E_{\text{ЭК}} - E_{\text{Н}} \cdot k_{\text{Д}},$$

где  $\Delta E_{\text{ЭК}}$  – экономия эксплуатационных расходов;

$E_{\text{Н}}$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений,  $E_{\text{Н}} = 0,15$ ;

$k_{\text{Д}}$  – дополнительные капитальные вложения на оборудование системой САУВ.

Экономия эксплуатационных расходов при использовании системы САУВ складывается из следующих составляющих

$$\Delta E_{\text{ЭК}} = \Delta E_{\text{ЭЛ.ЭН.}} + \Delta E_{\text{ЗП}},$$

где  $\Delta E_{\text{ЭЛ.ЭН.}}$  – стоимость сэкономленной электроэнергии;

$\Delta E_{\text{ЗП}}$  – экономия фонда заработной платы за счет высвобождения части

					МБИ-5521300-000/00-07			
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ	ИМЗО	САНА				
					Техничко-экономическое обоснование применение САУВ на электровозе ВЛ-80с	ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТов
						ТашиИИТ ЕМ-501		

работников, занятых на ремонте и обслуживании подвижного состава.

### 3.2. Экономия по электрической энергии.

Применение системы САУВ в первую очередь связано с заменой асинхронной расщепителя фаз с электронным преобразователем.

КПД асинхронного расщепителя фаз составляет  $\eta=80\%$  при его мощности 210 кВт.

При этом потери энергии равно следующему

$$P_{\text{п}}=(1-0,8)\cdot 210=42 \text{ кВт}$$

КПД статического преобразователя обычно бывает больше 85%. Примем  $\eta_{\text{ст.п}}=88\%$ .

При одинаковой мощности с асинхронной расщепителями фаз, потери энергии у статического преобразователя равно

$$P_{\text{п.ст.п}}=(1-0,88)\cdot 210=25,2 \text{ кВт}$$

Разница между потерями электроэнергии

$$\Delta P=P_{\text{п}}-P_{\text{п.ст.п}}=42-25,2=16,8 \text{ кВт}$$

Если одна секция электровоза работает 10 часов за сутки, то суточная экономия электроэнергии составляет

$$\Delta P_{\text{сут}}=\Delta P\cdot 10=16,8\cdot 10=168 \text{ кВт}\cdot\text{час}$$

Если электровоз работает 250 дней за год по 10 часов каждый день, то годовая экономия электроэнергии составляет следующее

$$\Delta P_{\text{год}}=250\cdot \Delta P_{\text{сут}}=250\cdot 168=42000 \text{ кВт}\cdot\text{час}$$

Если стоимость 1 кВт электроэнергии составляет 127 сумов, то сумма сэкономленной электроэнергии составляет

$$\Delta E_{\text{эл.эн.}}=127\cdot 42000=5334000 \text{ с}$$

### 3.3. Экономия по фонду заработной платы.

Для капитального ремонта асинхронного расщепителя фаз требуется два слесаря пятого разряда, два четвертого и два третьего разряда в течение четырех рабочих дней.

По данной производственной предприятие заработная плата рабочих по разрядам определяется по табл. 3.1.


табл. 3.1.

Должность	Разряд	Месячная тарифная ставка	Доплата к окладу	Итого за месяц	Итого за год
Слесарь	3	268217,451	67054,362	335271,812	4023261,756
Слесарь	4	297266,945	74316,736	371583,681	4459004,177
Слесарь	5	325391,957	81347,989	406739,946	4880879,356
Электронщик	6	353472,076	88368,019	441840,095	5302081,142

Годовой фонд заработной платы для каждого разряда слесарей, учитывая для каждого разряда по два слесаря

$$\Phi_{Г3}=2 \cdot 4023261,756=8046523,512 \text{ сум}$$

$$\Phi_{Г4}=2 \cdot 4459004,177=8918008,354 \text{ сум}$$

$$\Phi_{Г5}=2 \cdot 4880879,356=9761758,712 \text{ сум}$$

Сумма годового фонда всех слесарей

$$\Phi_{Г} = \Phi_{Г3} + \Phi_{Г4} + \Phi_{Г5}$$

$$\Phi_{Г} = 8046523,512 + 8918008,354 + 9761758,712 = 26726290,578 \text{ Сум.}$$

При капитальном ремонте и технического обслуживание статического преобразователя требуется один электронщик шестого разряда, один слесарь пятого разряда и один слесарь четвертого разряда.

Используя данные табл. 3.1. определяем годовой фонд заработной платы всего обслуживающего персонала

$$\Phi'_{Г} = \Phi_{Г4} + \Phi_{Г5} + \Phi_{Г6}$$

$$\Phi'_{Г} = 4459004,177 + 4880879,356 + 5302081,142 = 14641964,675 \text{ сум}$$

Итак, годовая экономия по фонду заработной платы составляет

$$\Delta E_{ЗП} = \Phi_{Г} - \Phi'_{Г}$$

$$\Delta E_{ЗП} = 26726290,578 - 14641964,675 = 12084325,903 \text{ сум}$$

Общая сумма снижения годовых эксплуатационных расходов на одну секцию будет равна

$$\Delta E_{ЭК} = \Delta E_{ЭЛ.ЭН.} + \Delta E_{ЗП}$$

$$\Delta E_{ЭК} = 5334000 + 12084325,903 = 17418325,903 \text{ сум}$$

### 3.4. Расходы для применения статического преобразователя.


Перечень наименований оборудования и их стоимость необходимых для переоборудований первой секции электровоза приведен в табл. 3.2.

Расчет дополнительных капитальных вложений

№	Наименование, тип	Тип, марка	Оптовая цена, сум
	Трансформатор ОСЗМ-16	ТУ16.517.851-76	380000
	Блок управления вентиляторами	БУВ-22.1	8300000
	Датчик вентиляции	ДВ-2	270000
	Датчик контроля тока	ДКТ-2000	320000
	Дроссель	ДОСБ-7.5.	180000
	Предохранитель	ПР-10	17000
	Панель контакторов	ПК-21	420000
	Панель контакторов	ПК-22	420000
	Вакуумный контактор	КВ1-160-3У2	1350000
	Блок индикации		340000
Итого:			11997000

В условиях нестабильной экономики для определения эффективности новой техники необходимо определить чистый дисконтированный доход, который позволяет привести разновременные результаты и затраты. Принимаем горизонт расчета  $T=3$  года и определяем ЧДД

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= (17418325,903/(1+0,15)) + (17418325,903/(1+0,15)^2) + (17418325,903/(1+0,15)^3) - 11997000 = \\ &= 15146370,350 + 13170756,826 + 11452832,023 = \\ &= 39769959,199 \text{ сум.} \end{aligned}$$

Для наглядности изобразим ЧДД в виде графика (рис. 3.1.).

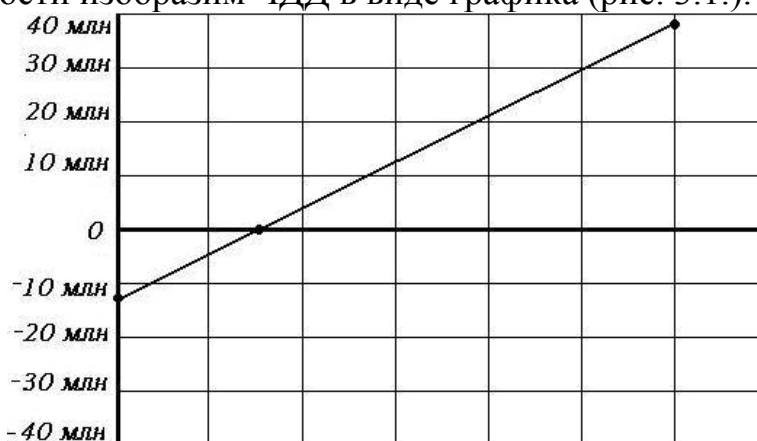


Рис. 3.1. Определение срока окупаемости.

Так как ЧДД положителен, следовательно данный проект является эффективным. Определим срок окупаемости  $T_{OK}=0,93$  года т.е. 9 месяцев, 3 недели.


## 4. Охрана труда

### 4.1. Психологические аспекты безопасности

Безопасность жизнедеятельности в значительной степени зависит от психических факторов. Под психическими факторами, влияющими на поведение и деятельность человека, понимаются мышление, внимание, воля, ощущение, эмоции и др. совокупность психических факторов, проявляющаяся в жизни человека, образует понятие личности человека. Отклонение любого из психических факторов от нормы вызывает неадекватное поведение личности.

Увеличение числа людей с нарушенной психикой в большей степени характерно для тех периодов развития общества, когда происходят социально-политические и экономические перемены. Они создают у людей состояние неопределенности и неуверенности даже в ближайшем будущем, повышенную тревожность, что приводит к недостаточной психологической сбалансированности и предопределяет высокую степень раздражения человека, его отчужденности или апатии в результате постоянных контактов с недружелюбием окружающей социальной среды.

Перегрузка психики огромным потоком противоречивой и, как правило, негативной информации приводит к развитию информационных стрессов. Длительные стрессовые воздействия становятся причиной многих психических и соматических заболеваний. Все дальнейшие изменения поведения человека – это последствия перенесенных стрессов.

Стрессы связаны с психической напряженностью, вызванной трудностями, опасениями, какими-либо неприятностями. В стрессовой ситуации человек способен на неадекватные поступки, представляющие угрозу для жизнедеятельности. Постоянные стрессовые воздействия вызывают у одних людей депрессию и апатию, политическое и социальное безразличие, у других – агрессию, социальный и политический экстремизм, озлобленность.

Стрессы, эмоциональные расстройства и психические заболевания у людей несут угрозу их преждевременной гибели. Острый стресс может вызвать попытку самоубийства (суицида). Самоубийство занимает второе место после голода среди причин преждевременной гибели людей, связанных с антропогенными факторами.

Особенностью опасных ситуаций, возникающих по вине психических факторов, являются неожиданный характер их проявления, отсутствие явных признаков приближения опасности. Работник не имеет объективной возможности заранее определить место, где может появиться препятствие, момент возникновения и степень опасности, а также принять меры к предотвращению экстремальной ситуации.

					МБИ-5521300-000/00-07			
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ	ИМЗО	САНА				
						ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТов
					Охрана труда	ТашИИТ ЕМ-501		

Поэтому от работника требуется постоянное внимание дорожной обстановке. Он не должен отвлекаться от наблюдения за ней. Благополучный выход из ситуации, грозящей опасностью, зависит от психофизиологических свойств и состояния работника его профессиональной подготовительности, опыта и мастерства. К психофизиологическим свойствам работника, влияющим на степень его реагирования для предотвращения критической ситуации, относятся: способность быстро заметить и оценить опасность, скоростные возможности реагирования на опасность, импульсивность и др.

Поведение работника в момент опасности определяется степенью утомления, чувством неуверенности и тревоги, опьянением болезненным состоянием, внутренними переживаниями и т.д. Поэтому необходимо использовать специальные средства борьбы с несчастными случаями, являющимися результатом стрессовых ситуаций. Роль психотравмирующих факторов. К несчастным случаям на транспорте может приводить также сложившийся к моменту происшествия низкий уровень эмоциональной и физической активности человека из-за чрезмерного утомления, высоких нервно-психических перегрузок, обусловленных неприятностями на работе или в семье, заболевания, алкогольного или наркотического опьянения.

Для людей, находящихся в подобном состоянии, характерно изменение функции внимания и отсутствие его концентрации, поэтому они не контролируют свои действия в процессе перехода железнодорожные пути, при движении по путям безопасного следования. Эти люди могут вызвать аварию на транспорте. Особенно часто виновниками несчастных случаев оказываются люди, употреблявшие спиртные напитки и наркотики. Алкоголь оказывает негативное влияние на нервную систему. Очень сильно опьянение воздействует на снижение скорости двигательной реакции у человека, в результате чего он может попасть под движущееся транспортное средство. Даже в трезвом состоянии человек, злоупотребляющий алкоголем, больше подвержен опасностям, чем непьющий.

#### **4.2. Социально – психологические проявления воздействий на безопасность.**

Неадекватное поведение людей в обществе может стать причиной снижения безопасности на транспорте. В ходе общественных волнений, обусловленных политической нестабильностью, экономическими проблемами, социальной напряженностью, транспортные коммуникации используются как средство воздействия на власть.

Выражая свой протест, большие группы людей перекрывают автомобильную или железную дорогу, препятствуя движению транспорта.

Сбои движения могут длиться несколько часов или даже суток. Это наносит значительный урон экономике и транспортным предприятиям, создает потери времени и снижает условия безопасности для пассажиров транспортных средств, которые не могут прибыть своевременно в место назначения. Общественные волнения могут выражаться в нанесении порчи транспортным средствам. Известны случаи, когда в результате психической


неуравновешенности и спортивного фанатизма группы большевиков устраивали погромы в общественных местах действия поражением спортивных состязаниях своей команды. Агрессия в поведении отдельных членов общества приводит к хулиганским проявлениям, вандализму на транспорте. В последнее время существенно возросли масштабы повреждений подвижного состава, связанные с боем стекол в поездах, порчей сидений, стекол, дверей, освещения и другого оборудования.

На железнодорожные пути подкладывают различные предметы, которые создают угрозу схода поезда с рельсов и травмирования пассажиров. Увеличение числа случаев вандализма и хулиганских действий объясняется отсутствием надлежащей системы реагирования на такие действия правоохранительных органов и общества. В снижении количества происшествий, связанных с психологическими аспектами велика роль благоприятных социальных условий, способствующих выработке эмоциональной устойчивости и повышающих психическое здоровье нации. Ставится вопрос о создании государственных и общественных программ по нормализации психологического климата в обществе. Очень важно избавить людей от излишнего стресса, депрессий. Нормализовать их психоэмоциональное состояние.

#### **4.3. Психологические аспекты электробезопасности**

В последние годы выполнено немало исследований теоретического и прикладного характера в области электробезопасности, большинство из которых посвящено разработке и совершенствованию технических средств и мер по предупреждению электротравматизма должна включать комплекс органически взаимосвязанных вопросов технического, организационного, психофизиологического, социально – психологического и правового характера. В настоящее время признается, что большинство несчастных случаев происходит в результате сочетания человеческого и машинного факторов. Многофакторный, системный подход к изучению электротравматизма на основе взаимодействия факторов в единой системе человек – электроустановка – среда позволяет наиболее эффективно решать сложные проблемы снижения уровня электротравматизма. Исходя из того, что электротравматизм следует рассматривать как следствие несовершенства данной системы, общая направленность борьбы с ним заключается в изучении ее закономерностей с целью повышения надежности и устойчивости.

Один из важнейших элементов рассматриваемой системы – так называемый человеческий фактор. Согласно данным международной статистики главным виновником несчастных случаев является, как правило, не техника, не организация труда, а сам работающий человек, по тем или иным причинам не соблюдающий правила техники безопасности, нарушающий нормальное течение трудового процесса, не использующий предусмотренные средства защиты и т.п. как показывает практика, проблема безопасности не разрешается одним только техническим путем. Более того, с совершенствованием и усложнением техники, повышением ее надежности и


безопасности влияние человеческого фактора становится более заметным. Весьма важны вопросы, связанные с влиянием психофизиологических и социально – психологических факторов на возникновение электротравматизма.

Немало несчастных случаев и аварий в электроустановках обусловлено невнимательностью работающих, т.е. отсутствием у них сосредоточенности, устойчивости внимания, изменением его направленности и др. эти качества особенно необходимы диспетчерам на электростанциях, дежурным на подстанциях, электроналадчикам, электромонтажникам и другому электротехническому персоналу.

Психологическими средствами развития этих качеств являются системы тренировок внимания, а также противоаварийных ситуаций и воспитывающих готовность к неожиданным ситуациям и адекватную реакцию на них. Не менее важный фактор – правильное трудовое воспитание, при котором соблюдение правил безопасности может и должно стать трудовым навыком, выполнение которого будет привычкой. Формирование трудовых привычек представляет собой один из радикальных способов предупреждения ошибочных действий и несчастных случаев. Вместе с тем некоторые люди не способны выработать в себе такие привычки. К сожалению, психологические особенности работы электрика пока еще недостаточно изучены, а, следовательно, и не отражены в публикациях на эту тему. Разработка психогрaмм электрика как системы профессиональных качеств, оставляющих психологическую квалификацию профессии, и проведение профессионального отбора на этой основе, позволяет в значительной степени уменьшить электротравматизм.

Велика роль руководителя коллектива как лица, ответственного за управление безопасностью и создание необходимого психологического климата при решении этой задачи, непримиримого к нарушению правил безопасности как одной из форм антиобщественного поведения.

Продуманное комплектование производственных коллективов и групп, целенаправленная работа по выработке правильных соотношений личных интересов и интересов коллектива, производства, воспитание черт общественного характера личности (коллективизм, честность, оптимизм, принципиальность и устойчивость) – немаловажные пути повышения электробезопасности. Нельзя не остановиться на вопросах преодоления текучести рабочих кадров. Известно, что энергетические службы предприятий относятся к категории вспомогательных, работники которых имеют меньшие должностные оклады, чем рабочие основных производственных цехов. Это порождает порой текучесть кадров и незаконное совмещение профессий.

В результате возможны травмы, так как совмещение профессий разумно лишь в том случае, когда рабочий обучен им и имеет соответствующую квалификационную группу по электробезопасности.

Вопросы социально – психологического и психофизиологического характера очень сложны, недостаточно изучены и требуют больших

[illegible]

дальнейших исследований. Для всестороннего установление причин электротравматизма необходимы конкретные социологические исследования и изучение влияния психофизиологических особенностей человека на поврежденность его электротравме.

В вопросах профилактики электротравматизма немалое значение имеет надежность второго элемента системы – электроустановок (соответствие их конструкций требованиям безопасности, правильный монтаж и уровень эксплуатации).

Нельзя не придавать значения и третьему элементу рассматриваемой системы – окружающей среде, условия которой могут быть:

комфортными (все элементы окружающей среды обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма человека);

некомфортными (один из элементов внешней среды существенно отклоняется от норм);

невыносимыми (существование человека невозможно без специального защитного оборудования, изолирующего организм от опасной внешней среды).

Стремление к созданию комфортных условий труда способствует повышению уровня электробезопасности. Анализ причин несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током, показывает, что во многих случаях они возникали из-за слабой освещенности, повышенной влажности или высокой температуры, наличия шума, вибрации, монотонности в работе и т.п. Необходимо, чтобы на стадии проектирования были тщательно проанализированы потенциально опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при монтаже, эксплуатации и ремонта проектируемого объекта, и предусмотрены условия безопасной работы и необходимые защитные меры. Весьма существенным недостатком, в общем, комплекс работ по профилактике электротравматизма является отсутствие учета микроэлектротравм (не повлекших наступления нетрудоспособности) с кратким описанием обстоятельств их возникновения и наблюдения за лицами, перенесшими электротравмы. Такой учет необходим, во-первых, потому, что причины, приводящие к микротравмам и электротравмам с потерей трудоспособности, как правило, одни и те же.

Следовательно, анализ причин микротравм и принятие необходимых мер позволяет исключить или уменьшить количество электротравм с более тяжелым исходом. Во-вторых, у лиц, перенесших электротравмы, наблюдаются их последствия, кроме того, электротравма может оказать провоцирующее действие на скрытые или начальные формы некоторых заболеваний. Поэтому осуществление своевременных лечебно – профилактических мер для лиц, перенесшим электротравму, будет способствовать быстрее их реабилитации.

Наконец, следует остановиться на отдельных вопросах правового характера. В методических указаниях по расследованию производственного электротравматизма причины, обуславливающие электротравму, подразделены на технические, организационно – технические,


организационные и организационно – социальные. Такое деление является неполным и спорным хотя бы потому, что вопросы социально – психологического и психофизиологического характера не нашли здесь отражения. Можно также говорить и о других существенных недостатках предложенной классификации.

Представляется также, что круг лиц, участие которых обязательно в рассмотрении причин электротравмы, следует расширить. Для наиболее полного и объективного расследования причин случая должны быть привлечены: врач, специалист по НОТ, психолог, специалисты – эксперты. Только в этом случае можно будет установить причинно – следственные связи несчастного случая, характер обстоятельств и мотивацию поведения пострадавшего.


## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первом разделе данной выпускной работы описана работа системы вентиляции электровоза, технические параметры этой системы, размещения вентиляционных устройств, схемы вентиляции тяговых двигателей, работа и технические характеристики мотор-вентиляторов и системы автоматизированного управления вентиляторами для электровоза ВЛ-80с. Разработана структурная схема системы автоматизированной управлений вентиляторами.

Так как речь идет о вентиляции обмоток двигателя и реакторов, и работа вентиляторов зависит от прогрева тягового двигателя, во втором разделе выполнен тепловой расчет обмоток тягового электрического двигателя НБ-418К6 и описан особенности этого расчета. Определены потери в сердечниках якоря и полюсных катушек и превышение температуры меди обмоток для продолжительного режима.

На технико-экономическом разделе выполнен расчет экономии средств, экономический эффективность и чистый дисконтированный доход от применений системы автоматизированного управления вентиляторами на электровозе ВЛ-80с. Определён срок окупаемости внедрении автоматизированной системы управления вентиляторами графическим способом.

В разделе охрана труда приведены психологические аспекты безопасности, социально – психологические проявления воздействий на безопасность, безопасность жизнедеятельности и психологические аспекты электробезопасности.

					МБИ-5521300-000/00-07			
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ	ИМЗО	САН				
					<b>Заключение</b>	ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТов
						ТашИИТ ЕМ-501		

## Список использованных литератур

1. Доклад президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2011 года и приоритетам социально – экономического развития на 2012 год. Народное слово 20.01.2012 г. №14 (5404).

2. Н.М. Васько, А.С. Девятков, А.Ф. Кучеров, В.М. Калабухова, Л.А. Мартиросова, А.А. Матлахов, В.К. Михеев, В.В. Назин, Н.А. Пориченко, И.С. Розенберг, Н.Л.Соболева, Ю.В. Соболев, А.М. Чайка, Е.Ф. Шестаков – Электровоз ВЛ-80с: Руководство по эксплуатации. – М.: Транспорт, 1990 год.

3. М.Д. Находкин, Г.В. Василенко, В.И. Бочаров, М.А. Козорезов – Проектирование тяговых электрических машин: Учебное пособие для ВУЗов ж.-д. транспорта. – М.: Транспорт, 1976 год.

4. Ю.В. Бабаков, Ф.Ю. Базилевский, А.В. Грищенко – Автоматизация локомотивов: Учебное пособие для ВУЗов ж.-д. транспорта. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007 год.

5. А.А. Потанин, В.В. Куприн – Электрическая схема электровоза переменного тока ВЛ-80с и ее обслуживание: Учебное пособие для образовательных учреждений, осуществляющих профессиональную подготовку. – М.: Маршрут, 2005 год.

6. В.Е. Манойлов – Основы электробезопасности. – Л.: Энергоатомиздат, 1985 год.

7. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 1988 год.

					МБИ-5521300-000/00-07			
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ	ИМЗО	САН				
					Список использованных литератур	ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТов
						ТашИИТ ЕМ-501		

8. Д.Д. Захарченко, А.В. Плакс, А.В. Савоськин, В.И. Некрасов, В.П. Феокистов – Автоматизация электрического подвижного состава. – М.: Транспорт, 1978 год.

9. А.Ю. Николаев, Н.В. Сесявин – Устройство и работа электровоза ВЛ-80с: Учебное пособие для учащихся образовательных учреждений железнодорожного транспорта, осуществляющих профессиональную подготовку. – М.: Маршрут, 2006 год.

10. <http://www.elektri4ka.com>

11. <http://www.scbist.com>

12. <http://www.uzrailways.uz>

13. <http://www.railways.com>


## Реферат

Выпускная работа состоит из введения, 4 раздела, списков использованных литератур, \_\_\_\_ страниц пояснительной записки. Рисунки 8, таблиц 4.

Во введении рассмотрена актуальность применение системы автоматизированного управления вентиляторами на электровозах ВЛ-80с.

В основной части описывается система вентиляции электровозов, технические параметры это системы, размещение вентиляционных устройств, схемы вентиляции тяговых двигателей, работа и технические характеристики мотор-вентиляторов, работа системы автоматизированного управления вентиляторами на электровозах ВЛ-80с, разработана структурная схема системы автоматизированного управления вентиляторами.

Во втором разделе описан особенности тепловых расчетов и выполнен тепловой расчет обмоток тягового электрического двигателя НБ-418К6.

На технико-экономическом разделе выполнен расчет экономии средств, экономический эффективность и чистый дисконтированный доход от применений системы автоматизированного управления вентиляторами на электровозе ВЛ-80с.

В разделе охрана труда приведены психологические аспекты безопасности, социально – психологические проявления воздействий на безопасность, безопасность жизнедеятельности и психологические аспекты электробезопасности.

					МБИ-5521300-000/00-07				
ИЗ	ЛСИТ	ДОКМ	ИМЗО	САН					
					Реферат	ЛИТ	ЛИСТ	ЛИСТов	
						ТашИИТ ЕМ-501			