

# “ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ” ДАТК

## ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

### Электромеханика факультети

#### “ Электрический транспорт ” кафедраси

\_\_\_5521300 Электротехника, электромеханика,  
электротехнология (электрический транспорт) йўналиш  
\_\_\_Ем\_501\_\_\_ гурухи



«Тасдиқлайман»  
Бердыев У,Т \_\_\_\_\_

Каф.мудири

2012-йил \_\_\_\_\_  
сана

### МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ БЎЙИЧА ТОПШИРИҚ

Талаба Рахимов Камолиддин Бахтиярович  
(фамилияси, исми, шарифи)

1. Битирув ишининг мавзуси Разработка методов контроля вибрации Тягового трансформатора электровоза ВЛ 80с .

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

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

Мавзу институтнинг 22.12.2011й №348. У сонли буйруги билан тасдиқланган буйруги билан тасдиқлайман

3. Битирув ишини топшириш муддати 27.06.2012 - йил.

4. Битирув ишини бажаришга доир бошланғич маълумотлар

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

1. Конструкции и неисправности тягового трансформатора электровоза ВЛ 80с
2. Отделение по ремонту тягового трансформатора.
3. Технология ремонта тягового трансформатора.

4. Охрана труда и безопасность жизни деятельности

5. Экономика

6. Чизма ишлар рўйхати (чизмалар номи аниқ кўрсатилади)

1. План участка по ремонту трансформатора

2. Схема расположения датчиков в системе диагностических испытаний тягового трансформатора.

3. Схема измерения и вибраций тягового трансформатора

4. Технологическая карта ремонта тягового трансформатора .

Битирув иши бўйича маслахатчи (лар)

№	Бўлим мавзуси	Маслахатчи ўқитувчи Ф.И.Ш.	Имзо, сана	
			Топшириқ берилди	Топшириқ бажарилди
2	Охрана труда	Криворучко Б.В.		
3	Экономические расчеты	Акбаров М.И.		

8. Битирув ишини бажариш режаси

№	Битирув иши босқичларнинг номи	Бажариш муддати (сана)	Текширувдан ўтганлик белгиси
1	Конструкция тягового трансформатора ОДЦЭ-5000/25Б, Основные неисправности и их влияние на безопасность движения.	10.02.2012г	
2	Разработка методов вибрации контроля вибрации Тягового трансформатора	10.03.2012г	
3	Технологический процесс ремонта тягового трансформатора	10.04.2012г	
4	Охрана труда и безопасность жизни деятельности	4.05.2012г	
5	Экономические расчеты	4.05.2012г	



## Введение

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

Сегодня в Республике Узбекистан проводятся целенаправленные мероприятия по дальнейшему развитию транспортного потенциала, что способствует укреплению политической и экономической независимости страны, обеспечивает её активную интеграцию в мировое сообщество. В частности, ведется строительство новых железнодорожных линий внутри страны, проводится реконструкция и электрификация основных транзитных железнодорожных участков, производится организация новых маршрутов и формирование контейнерных поездов, с целью открытия клиенто-ориентированных, коротких и удобных путей перевозок.

За годы независимости в Узбекистане сделаны достаточно весомые шаги по формированию единой сети железных дорог - сданы в эксплуатацию железнодорожные линии: Навои-Учкудук-Нукус и Ташгузар-Байсун-Кумкурган; электрифицированы линии Ташкент-Самарканд и Ташкент-Ходжикент; продолжается электрификация линии Тукимачи-Ангрен; построен совмещенный железнодорожно-автомобильный мост через реку Амударья; проведена реабилитация пути на участке Ташкент-Самарканд-Бухара; завершено строительство волоконно-оптических линий связи протяженностью более 600 км на участке Келес — Бухара.

Железнодорожным транспортом страны перевозится грузов больше, чем всеми остальными видами транспорта. Особенно велико его значение в экспорте и импорте грузов.

На сегодняшний день ГАЖК «Узбекистан темир йуллари» является единым производственно-хозяйственным комплексом, предоставляющим транспортные железнодорожные услуги народному хозяйству и населению Республики Узбекистан.

Общая протяженность сети железных дорог составляет более 6020 км, в т.ч. общего пользования — 4230 км. Средняя плотность железных дорог Узбекистана составляет 13,5 км на 1000 кв. км площади страны. В Узбекистане электрифицировано около 15% железных дорог общего пользования.

Охват средствами диспетчерской централизации составляет 43%, автоблокировкой — 54,6%, бесстыковыми путями — 55,8%.

					<b>5521100</b>			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат</i>	Введения	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>								
<i>Пров.</i>								
<i>Н.конт.</i>								
<i>Утв.</i>								
						<b>ТашИИТ</b>		





## Реферат

Выпускная работа на тему «Разработка методов контроля вибрации тягового Трансформатора ВЛ-80С»». состоит из 5 глав.

В выпускной работе стр75 текста рисунков 15.

В первой главе рассмотрены вопросы конструкции и основные неисправности тягового трансформатора электровоза ВЛ 80с

Во второй главе разработан участок отделения по ремонту и диагностики тягового трансформатора с разработкой Схемы расположения датчиков в системе диагностических испытаний тягового трансформатора, и Схема измерения шума и вибраций в системе диагностических испытаний тягового трансформатора

В третьей главе разработана технология диагностических испытаний тягового трансформатора

В четвертой главе рассмотрены вопросы охраны труда и безопасности жизни деятельности.

В пятой главе рассмотрена экономическая эффективность от внедрения диагностических испытаний тягового трансформатора.

Заключение.

Литература.

					<b>5521100</b>			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат</i>	Реферат	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>								
<i>Пров.</i>								
<i>Н.конт.</i>								
<i>Утв.</i>								
						<b>ТашИИТ</b>		



# 1. Конструкция тягового трансформатора *ОДЦЭ-5000/25В*, Основные неисправности и их влияние на безопасность движения.

## 1.1 Конструкция тягового трансформатора *ОДЦЭ-5000/25В*

состоит из шихтованного магнитопровода, на котором намотаны первичная и вторичная обмотки, при этом вторичных обмоток может быть несколько.

После подъёма токоприёмника (рис. 1.1) и включения ГВ по первичной обмотке тягового трансформатора будет протекать переменный ток  $I_1$ . Этот ток создаёт переменный магнитный поток  $\Phi_1$ , который замыкается по магнитопроводу, пересекает свою первичную обмотку и наводит в ней ЭДС самоиндукции  $E_1$ .

Магнитный поток  $\Phi_1$  пересекает вторичную обмотку трансформатора и наводит в ней ЭДС взаимной индукции  $E_2$ .

Величина ЭДС взаимной индукции  $E_2$  во вторичной обмотке трансформатора зависит от величины питающего напряжения  $U_1$  и от соотношения числа витков первичной и вторичной обмоток трансформатора, т.е. от коэффициента трансформации  $K_{ТР}$ , который определяется соотношением  $K_{ТР} = W_1/W_2$ .

Если  $K_{ТР} > 1$ , то трансформатор понижающий.

Если  $K_{ТР} < 1$ , то трансформатор повышающий.

Если  $K_{ТР} = 1$ , то – разделительный.

С помощью трансформатора, изменяя  $K_{ТР}$ , можно получить любую величину напряжения  $U_2$  на вторичной обмотке трансформатора.

КПД трансформатора очень высокий и составляет 99,6 %, поэтому мощность первичной обмотки трансформатора равна мощности его вторичной обмотки, т.е. можно написать равенство  $U_1 I_1 = U_2 I_2$ . Из этого равенства видно, что в понижающих трансформаторах во сколько раз понижается напряжение  $U_2$ , во столько же раз увеличивается ток  $I_1$  во вторичной обмотке по сравнению с первичной обмоткой трансформатора.

Если произойдет к.з. во вторичной обмотке трансформатора и по ней начнёт протекать значительный ток  $I_2$ , то пропорционально этому увеличится ток  $I_1$  в первичной обмотке трансформатора. Связь между этими двумя токами  $I_1$  и  $I_2$  происходит через магнитный поток трансформатора.

					<b>5521100</b>		
<b>Из</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дат</b>	Конструкция тягового трансформатора <i>ОДЦЭ-5000/25В</i>		
Разраб.		Рахимов.К.					
Пров.					<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
Н.конт.							
Утв.							

Коэффициент трансформации можно определить и по соотношениям токов в первичной и вторичной обмотках трансформатора  $K_{TP} = W_1/W_2 = I_2/I_1$ .

В одном витке любой обмотки трансформатора наводится одна и та же ЭДС  $e = U_1/W_1$ .

Общий магнитный поток трансформатора  $\Phi$  равен разности магнитных потоков  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ .

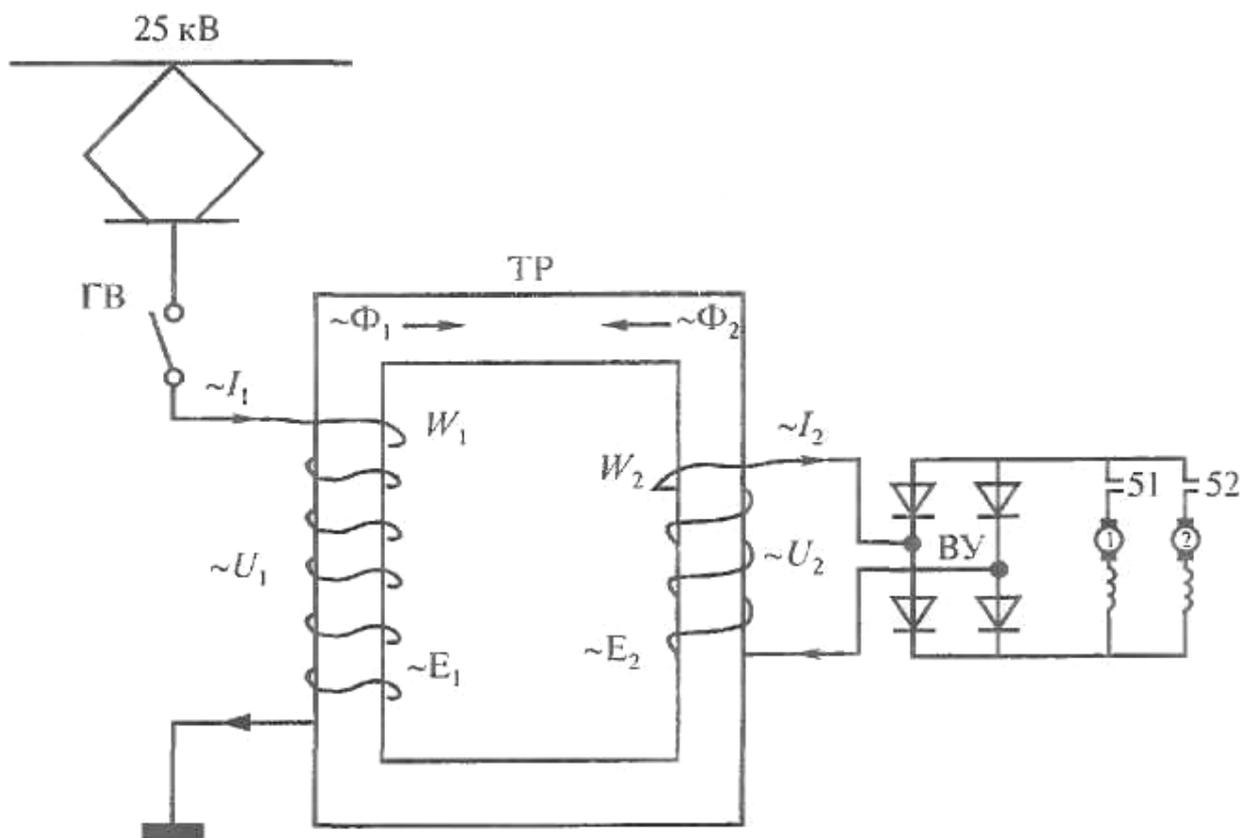


Рис. 1.1. Принцип работы трансформатора

**Назначение.** Тяговый трансформатор типа ОДЦЭ-5000/25Б служит для понижения напряжения контактной сети до значений, приемлемых для питания тяговых электродвигателей электровоза, через выпрямительные установки, а также для питания вспомогательного оборудования электровоза.

### *Технические характеристики ОДЦЭ-5000/25Б*

Масса выемной части, кг .....	5100
Масса бака с арматурой, кг .....	1600
Масса масла, кг .....	1300
Общая масса, кг .....	8000





12 – резиновое уплотнение; 14 – выводы обмотки собственных нужд; 15 – выводы тяговых вторичных обмоток; 16 – выводы первичной (сетевой) обмотки; 17 – электрический масляный насос; 18 – стальные заглушки; 19 – упоры для крепления активной части

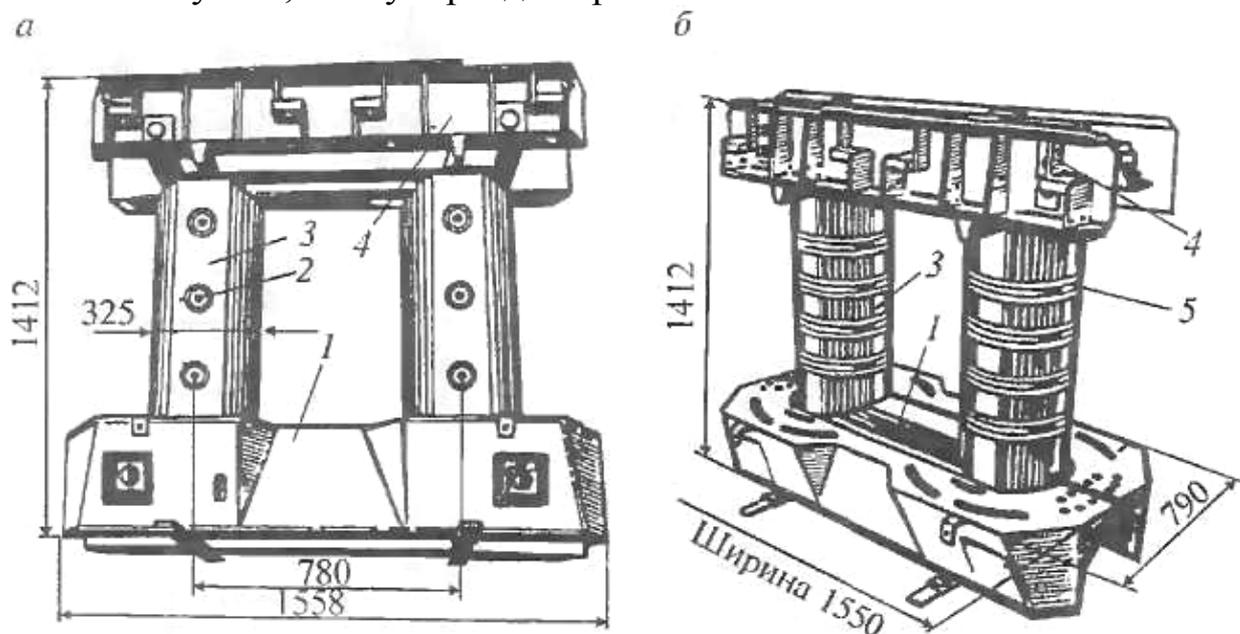


Рис. 1.3. Магнитопроводы шпильчатой (а) и бесшпильчатой (б) конструкции:

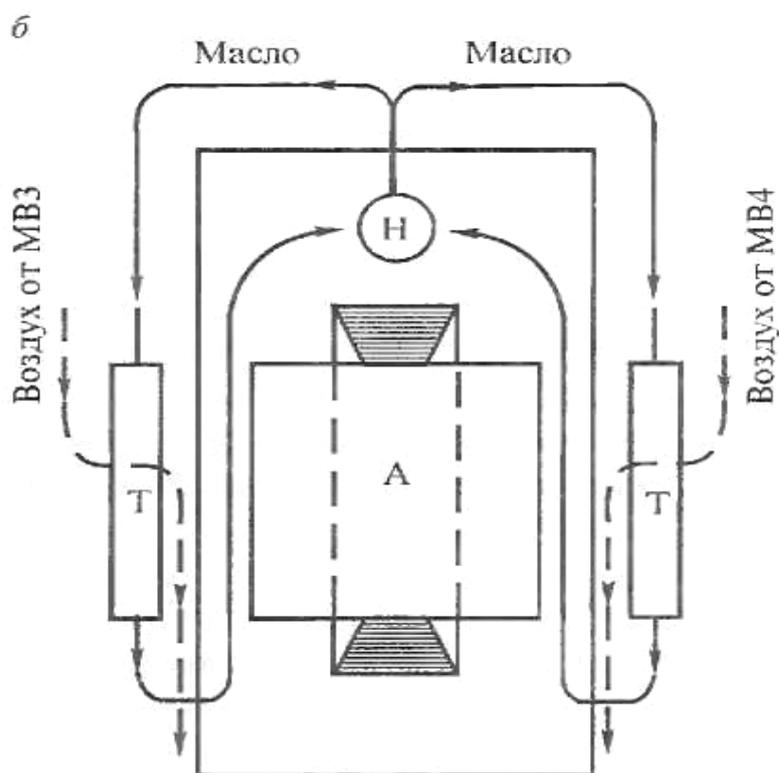
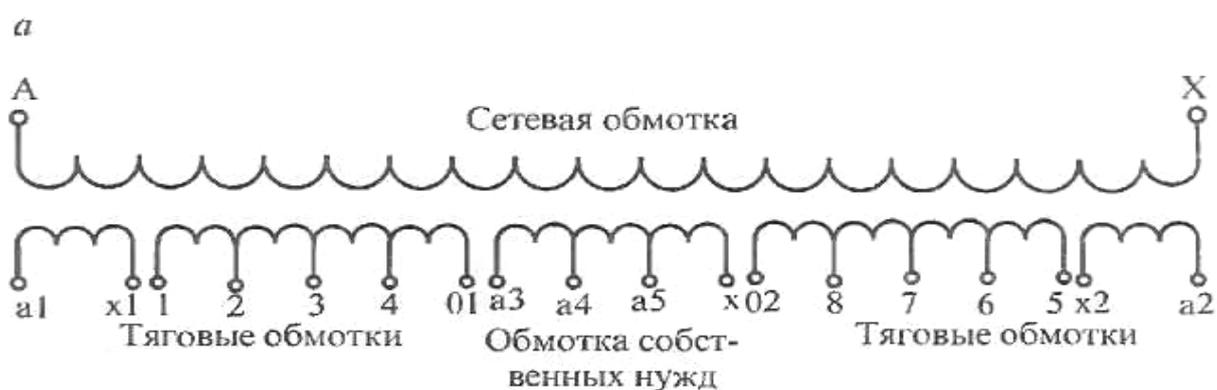
1 – нижнее ярмо; 2 – шпилька; 3 – стержень; 4 – верхнее ярмо; 5 – бандаж стержня

К двум швеллерам нижнего ярма приварены снизу две планки, через которые активная часть опирается на дно бака через приваренные к дну бака конуса для фиксации. К двум швеллерам верхнего ярма сверху крепится крышка болтами со свободным ходом 20 мм за счёт овальных отверстий для четырёх верхних болтов. За счёт этого активная часть всегда стоит на дне бака и одновременно её крышка плотно притянута к фланцам бака через прокладки из маслоустойчивой резины.

*Обмотки трансформатора* – трансформатор имеет три обмотки (рис. 1.4, а): первичную обмотку (сетевую) с выводами А-Х на напряжение 25 кВ (862 витка) и две вторичные обмотки. Вторичные обмотки разделяют на: обмотку собственных нужд с выводами х-а5-а4-а3 на напряжение до 638 В (22 витка) для питания вспомогательного оборудования электровоза и главную вторичную обмотку (тяговую) для питания тяговых двигателей. Тяговая вторичная обмотка состоит из двух нерегулируемых частей с выводами а1-х1 и а2-х2 (по 22 витка), где наводится ЭДС по 638 В и двух

регулируемых частей с выводами 1-01 и 5-02 (по 20 витков), где наводится ЭДС по 580 В. Каждая регулируемая часть обмотки разделена на четыре секции (по 5 витков), в каждой из которых наводится ЭДС по 145 В.

Все три обмотки трансформатора намотаны на шесть бакелитовых цилиндров, установленных на двух вертикальных стержнях магнитопровода, по три цилиндра один внутри другого. На двух внутренних цилиндрах находятся нерегулируемые части тяговой вторичной обмотки, на двух средних цилиндрах находится первичная (сетевая) обмотка. На двух наружных цилиндрах находятся регулируемые части тяговой вторичной обмотки, а также обмотка собственных нужд.















## 2. Разработка методов вибрации контроля вибрации Тягового трансформатора

### 2.1 Оборудование и установки для измерения уровня шума и вибрации

**Измерение уровня шума.** Измерение акустических параметров связано с рядом трудностей, обусловленных следующими причинами: малой величиной абсолютных значений измеряемых величин, так как акустические давления составляют  $10^{-6} \dots 10^{-8}$  от статического атмосферного давления;

большим диапазоном измеряемых частот от 2 до 30000 Гц; резонансными особенностями звуковых излучателей и приёмников, а также самого помещения, в котором производятся измерения;

сложностью акустических полей в помещениях и их зависимостью от частоты;

сложностью и неустойчивостью спектра звуков, шумов и вибраций, а также явлениями дифракции вблизи акустических приёмников.

Поэтому для акустических измерений высокой точности необходимы как измерительные аппараты и анализаторы, соответствующие предъявляемым требованиям, так и специально оборудованные помещения, обеспечивающие образование звуковых полей самых простых конфигураций.

Для измерения уровня акустического давления в газовой среде, выражаемого в децибелах, используется аппарат, называемый шумомером. Шумомер (рис. 2.1) состоит из измерительного микрофона, усилителя, корректирующих цепей, детектора и индикатора, шкала которого отградуирована в децибелах относительно порогового значения акустического давления. В шумомерах предусматривается несколько временных характеристик, позволяющих измерять стабильные, стационарные и импульсные шумы.

					<b>5521100</b>			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат</i>	Разработка методов вибрации контроля вибрации тягового трансформатора	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>								
<i>Пров.</i>								
<i>Н.конт.</i>								
<i>Утв.</i>								
						<b>ТашИИТ</b>		







1 – мембрана; 2 – выходные контакты; 3 – пьезоэлектрическая пластина; 4 – игла

Как видно из рис. 2.5, при измерении по кривой коррекции *A* сильно ослабляются низкочастотные компоненты шума, поэтому измерение должно проводиться на двух кривых – скорректированной *A* и нескорректированной (линейной). Путём сравнения результатов измерения по этим кривым можно судить о том, какая часть спектра является преобладающей.

Если уровень шума по кривой *A* оказывается существенно меньшим, чем при измерении на линейной шкале, это означает, что измеряемый шум содержит большие низкочастотные составляющие. Если показания близки, то шум имеет преимущественно высокочастотные составляющие.



Рис. 2.4. Устройство катушечного (*a*) и ленточного (*б*) электродинамических (динамических) микрофонов: 1 – катушка; 2 – диафрагма; 3 – корпус; 4 – постоянный магнит; 5 – лента

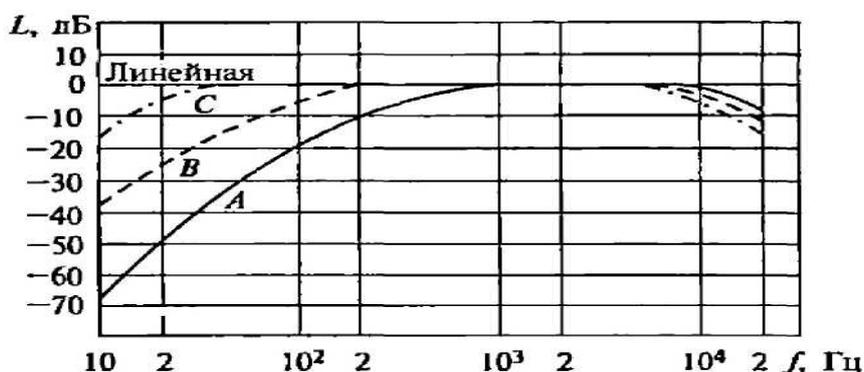


Рис. 2.5. Характеристики коррекции шумометаров















### 3 Технологический процесс ремонта тягового трансформатора

#### 3.1 Описание отделения с расстановкой оборудования.

В цехе по ремонту трансформаторов проводятся: капитальный ремонт трансформаторов, их реконструкция и модернизация; средний и текущий ремонт; изготовление запасных частей для трансформаторов; ремонт маслонаполненных электрических аппаратов.

Подобно ремонту электрических машин все работы, проводимые в этом цехе, можно разбить на восемь основных видов: предремонтные, разборочно-дефектационные, обмоточные, слесарно-механические, комплектовочные, сборочные, отделочные и послеремонтные. В соответствии с видами производимых работ в состав ремонтного цеха входят следующие отделения и участки:

склады неисправных и отремонтированных трансформаторов;

испытательный участок;

участок осмотра, разборки и дефектации трансформаторов и маслонаполненных аппаратов; участок чистки и мойки баков;

сварочно-механический участок, на котором проводится и ремонт систем регулирования напряжения;

отделение подготовки масла (масляное хозяйство);

участок ремонта магнитопроводов (сердечников), оборудованный стационарной установкой для лакирования пластин (для специализированных предприятий с большим объемом работ);

					<b>5521100</b>			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат</i>	Технологический процесс ремонта тягового трансформатора	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>								
<i>Пров.</i>								
<i>Н.конт.</i>								
<i>Утв.</i>								
						ТашИИТ		









массой трансформатора, указанной на его щитке и в техническом паспорте.

При выемке из бака *1* (рис. 3.1, *а*) активной части *2* трансформатора подъемные механизмы подвешивают на такую высоту, при которой расстояние *Г* от крюка до основания трансформатора не меньше суммы расстояний *А*, *Д*, *Б*, *В*. Размеры *А* и *Б* определяют по каталогу или чертежу трансформатора, размер *Д* принимают равным 100...150 мм, размер *В* соответствует выбранной длине стропов *3*. Аналогичные мероприятия проводят при поднятии съёмной части *4* (рис. 3.1, *б*).

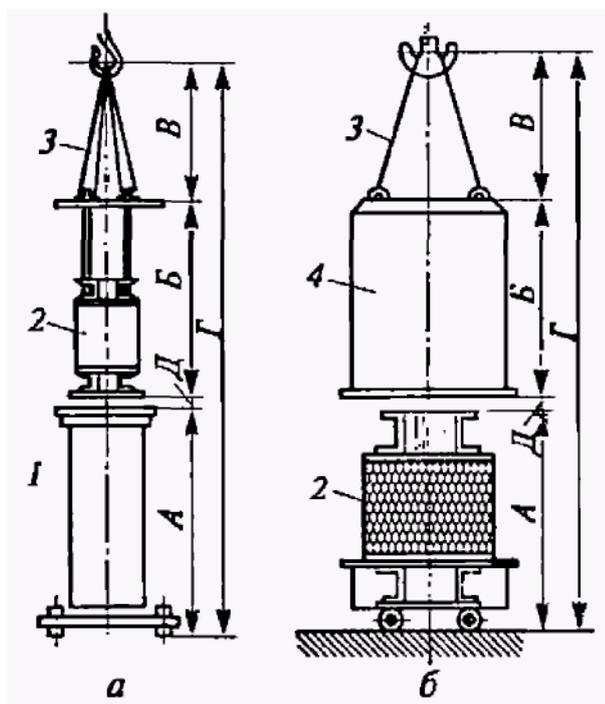


Рис. 3.1. Трансформатор:

*а* – с поднятой активной частью; *б* – с поднятой съёмной частью бака; *1* – бак; *2* – активная часть трансформатора; *3* – строп; *4* – съёмная часть

Значительный объём подготовительных работ занимает подготовка масла. Масло и маслоочистительную аппаратуру доставляют ближе к ремонтной площадке, прокладывают маслопроводы, подготавливают ёмкости для слива старого масла, устанавливают и подключают маслоочистительную аппаратуру.

Также должны быть проверены и приведены в порядок пути для перекачки трансформатора в помещение, где будет производиться ремонт. После установки трансформатора для ремонта (до вскрытия бака) определяют изоляционные характеристики (для принятия решения о сушке) и испытывают масло из бака на электрическую прочность.

*Приём трансформаторов в ремонт.* Не все вышедшие из строя трансформаторы подвергаются ремонту. Не ремонтируют

										Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						





























тёплым (иногда и влажным) воздухом и поэтому подвержена коррозии. Если коррозия незначительна, расширитель промывают и несколько раз ополаскивают чистым маслом. При большой коррозии ржавчину удаляют стальными щётками и красят внутреннюю поверхность расширителя эмалью 624С или 1201. Для удобства ремонта и окраски в боковых стенках расширителей имеются люки.

*Пробки, отстойник и маслоуказатель* чистят и промывают керосином, а резиновые прокладки и сальниковые уплотнения заменяют новыми. Из отстойника расширителя спускают остатки загрязнённого масла. Затем промывают отстойник чистым маслом и заменяют уплотнение на пробке спускного отверстия.

Одновременно с ремонтом бака и его арматуры ремонтируют радиаторы (охладители), предохранительную трубу, осушитель воздуха, термосифонный фильтр и их краны. Ремонт этих устройств в основном включает те же операции, что и ремонт бака: чистку, промывку, проверку на отсутствие течи, изготовление и замену уплотняющих прокладок, окраску, замену сальниковой набивки в кранах и уплотнений пробок.

*Радиаторы* при ремонте опрессовывают гидравлическим прессом. При обнаружении течей внутреннюю поверхность радиатора отпаривают, промывают горячей водой, заваривают трещины электросваркой и вторично опрессовывают. Если течи нет, радиатор промывают горячим маслом и закрывают патрубки глухими фланцами на резиновых прокладках. В таком виде они хранятся до момента установки на бак. Если при первой опрессовке течь в радиаторах не обнаруживают, их ставят на козлы в наклонное положение и с помощью фильтр-пресса тщательно промывают горячим трансформаторным маслом. На каждый патрубок радиатора устанавливают по две прокладки 1 (рис. 3.13) – одну между фланцем 2 радиатора и радиаторным краном 3, другую – между краном и фланцем 4 патрубка бака. Прокладку вырезают по размерам крана из листовой маслостойкой резины толщиной 8...10 мм. Отверстия в прокладке пробивают специальной просечкой.

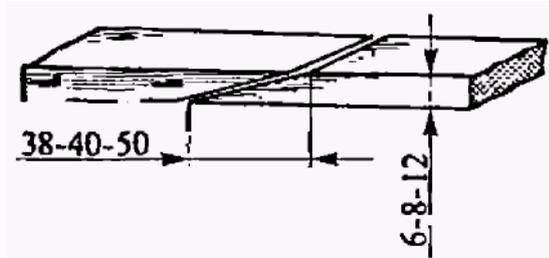


Рис. 3.12. Соединение резиновой прокладки встык

										Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						









## 4. Молнизащита

Молнезащита – комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от возможных взрывов, загораний и разрушений, вызванных ударом молнии.

Наиболее опасен прямой удар молнии, при котором ее канал проходит через здания сооружения и т.п. Ток молнии достигает 200 кА, напряжение 150МВ, температура канала - 6000 — 30000°С. При прямом ударе в результате высокой температуры в канале молнии происходит мгновенный нагрев конструкций здания и, воздуха. Последний, расширяясь, образует ударную воздушную волну, разрушающую здания и сооружения.

Помимо прямого удара проявления молнии могут быть в виде электростатической и электромагнитной индукций. В результате действия электромагнитного поля молнии, ударяющей в объект или на расстоянии от него, возникает э. д. с. Эта э. д. р., может вызвать искрение или сильное нагревание в местах с недостаточно плотными контактами между металлическими элементами конструкций, что в свою очередь может привести к пожару или взрыву в зависимости от категорий производства.

Молния во всех случаях опасна высокими потенциалами, которые вызывают поражение людей прямым ударом, а также, напряжением прикосновения ) шага. Способ защиты от молний выбирают в зависимости -от назначения здания или сооружения, интенсивности грозовой деятельности в данном районе, ожидаемого количества поражений молнией в год. Среднегодовую грозовую деятельность в часах определяют по карте, приведенной в СН 305-77, и Инструкции по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений (Госстрой СССР).

Все здания и сооружения по молниезащиты разделяют на три категории в зависимости от значимости и технологических особенностей объекта по степени пожаро- взрывоопасности:

I категория — здания и сооружения, отнесенные к классам В-I и В II. Это помещения с выделением газов, паров и пыли, способных образовывать взрывоопасные смеси с воздухом при нормальном течении технологического

						<b>5521100</b>				
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат</i>	<b>Молнизащита</b>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>										
<i>Пров.</i>										
<i>Н.конт.</i>										
<i>Утв.</i>										
								<b>ТашИИТ</b>		

процесса; Взрыв в таких помещениях сопровождается, как правило, значительными разрушениями. По этому молниезащита предусматривается независимо от средней грозовой деятельности и места расположения объекта на территории СССР;

II категория — здания и сооружения классов В-Iа. и В- II а. К этой категории относятся помещения, в которых взрывоопасные смеси образуются при авариях, а также наружные технологические установки и склады класса В-I. Молниезащита выполняется при грозовой деятельности 10 ч в год и более;

III категория — здания и сооружения классов П-1, П-II и П- II а. Это помещения, в которых содержатся горючие твердые и жидкие вещества, пыли, а также наружные технологические установки и открытые склады класса П-III, дымовые трубы, водонапорные башни, вышки высотой более 15 м, жилые, и общественные здания, детские учреждения, больницы, кинотеатры. Молниезащита этих объектов предусматривается в местностях с грозовой деятельностью 20 ч и более в год.

К III категории относятся все основные здания предприятий железнодорожного транспорта. Сливно-наливные эстакады, склады с хранением и переработкой взрывоопасных веществ и жидкостей относятся к объектам II категории,

Ожидаемое количество  $N$  поражений молнией в год зданий и сооружений, не оборудованных Молниезащитой, можно определить по формуле

$$N = (S + 6h)(L+6h)n \cdot 10^{-6},$$

где  $S$ ,  $L$ ,  $h$  — соответственно ширина, длина, наибольшая высота защищаемого здания (сооружения), м;

$n$  — среднее число ударов молнии в 1 км<sup>2</sup> земной поверхности в месте расположения здания (сооружения). Значения  $n$  для разной интенсивности грозовой деятельности приведены в табл. 2 СН 305 — 77.

Одним из основных мероприятий защиты от воздействия молнии является устройство молниеотводов. Молниеотвод создает определенную зону защиты часть пространства, в пределах которого обеспечивается защита зданий.

Учитывая то обстоятельство, что основные ж.д. здания относятся к III категории, рассчитаем заземляющие устройства для молниеотвода установленного на крыше здания.

Рассчитать заземляющее устройство противогрозовой защиты. Определить сопротивление растеканию импульсного тока и импульсный коэффициент заземлителя, схема которого приведена на рис. 3.1

Исходные данные. Заземлитель состоит из трех труб; ( $n = 3$ ); длина каждой  $l = 3$  м, диаметр  $d = 5$  см; трубы соединены железной полосой, ширина которой  $b = 4$  см, толщина 4 мм. Расстояние между трубами  $l_1 = 2l$ . Заземлители расположены в ряд. Глубина заложения заземлителя в грунт

										Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



введением импульсного коэффициента, учитывающего особенности импульсного режима при токах молнии.

Отличие импульсного сопротивления заземлителя от сопротивления растеканию тока промышленной частоты при стационарном режиме возникает, во-первых, из-за кратковременности действия молнии и, во-вторых, за счет большой амплитуды тока, вызывающей искровые разряды и дуговые процессы в земле.

Подбираем приближенные значения импульсных коэффициентов для трубы и полосы  $a_i = 0,8$ .

Тогда сопротивление растеканию импульсного тока составит для трубы

$$R_{iT} = R_T a_i = 27,3 \cdot 0,8 = 21,8 \text{ ом};$$

для полосы

$$R_{in} = R_n a_i = 10,2 \cdot 0,8 = 8,16 \text{ ом}.$$

Импульсное сопротивление системы заземления при импульсном коэффициенте ее использования равно  $\eta_i = 0,8$  (по табл. 21) составит

$$R_{i\eta\bar{n}\bar{o}} = \frac{R_{iT} R_{in}}{R_{iT} + n R_{in}} \cdot \frac{1}{\eta_i} = \frac{21,8 \cdot 8,16}{21,8 + 3 \cdot 8,16} \cdot \frac{1}{0,8} = 4,8 \text{ ом}.$$

Импульсный коэффициент всей системы заземления равен

$$a_i = \frac{R_{i\eta\bar{n}\bar{o}}}{R_{\bar{n}\bar{o}}} = \frac{4,8}{5,5} = 0,87.$$

Вывод: полученные сопротивления растеканию импульсного тока молнии отвечающей требованиям электробезопасности и молниезащиты.

										Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Молния — особый вид прохождения электрического тока через огромные воздушные промежутки, источник которого — атмосферный заряд, накопленный тучей [Л. 2], является известным явлением природы. Однако, как это показывается ниже, этот вид разряда изучен недостаточно полно, поскольку результаты этих исследований не позволяют с большой достоверностью установить вероятность поражения и возможные последствия молнии при попадании в защищаемый объект.

Из ряда этих исследований следует, что разряд молнии на землю, как правило, складывается из следующих друг за другом повторных разрядов. Первоначальный разряд, обычно именуемый «лидером», значительно интенсивней и имеет большее число разветвлений, чем все последующие разряды.

Разряд между облаком и землей имеет следующую схему прохождения тока. По мере того, как напряженность электрического поля в какой-либо точке (резкая неоднородность) заряженного облака достигает критической величины, при которой возможно начало ударной ионизации молекул воздуха, то вследствие таунсендского процесса по направлению к земле начнет прорасти со скоростью 107 м/сек слабо светящийся канал-лидер, представляющий собой зону высокой проводимости.

Однако продвижение лидера от облака к земле происходит не непрерывно, а ступенями с паузами в 30— 90 м сек. Вследствие этих пауз средняя скорость распространения начального разряда может быть принята порядка  $2 \cdot 10^7$  см/сек.

Независимо от всех перечисленных обстоятельств, молния может вызвать повреждения по двум путям воздействия:

- а) прямой удар молнии в здание или сооружение;
- б) индуктированное наведение заряда на объекте.

## 1.2 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРЯМОГО УДАРА МОЛНИИ

При расчетах молниезащиты исходной величиной является обычно не напряжение, а ток молнии, поскольку только эта величина может быть измерена непосредственно. Многочисленные измерения токов молнии, произведенные в Сеегек-вм-Сшез-е-1 [Л; 3, 9] и за рубежом [Л. 7], позволяют сделать вывод, что наиболее вероятным током молнии будет величина  $\sim 50$ ка.

Экспериментальные данные показывают, что в горных районах с абсолютными отметками земли более 500 м над уровнем моря, а также в равнинных местностях с высоким удельным сопротивлением грунта более  $5 \cdot 10^4$  ом • см токи молнии имеют примерно в 2 раза меньшие значения по сравнению с равнинными местностями, имеющими удельное сопротивление

					<b>5521100</b>		
<b>Из</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Дат</b>			
<b>Разраб.</b>					<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
<b>Пров.</b>							
<b>Н.конт.</b>					<b>ТашИИТ</b>		
<b>Утв.</b>							

грунта менее  $5 \cdot 10^4$  ом  $\cdot$  см.

Для зданий и сооружений 1-й категории по взрывоопасное™, независимо от абсолютных отметок земли и значений удельного сопротивления грунта, величина расчетного тока принимается равной  $I_M = 200$  ка.

Для зданий и сооружений 2 и 3-й категорий по взрывоопасности, расположенных в равнинных районах с удельным сопротивлением грунта менее  $5 \cdot 10^4$  ом  $\cdot$  см, принимается тот же ток  $I_M = 200$  ка.

Для зданий и сооружений 2 и 3-й категорий по взрывоопасное™, расположенных в районах с удельным сопротивлением грунта более  $5 \cdot 10^4$  ом  $\cdot$  см или в горных районах с высотой отметок более 500 м над уровнем моря, за расчетный так принимается величина  $I_M = 100$  ка.

При разряде молнии в объект ток оказывает тепловые, механические и электромагнитные воздействия.

Тепловые воздействия токов молнии. Протекание тока молнии через пораженные сооружения связано с выделением тепла [Л. 8]. При этом ток молнии- может вызвать нагревание токоотвода до температуры каления, плавления или даже испарения.

Взаимоотношение между протекающим по токоотводу током, длиной волны и сечением токоотвода определяется формулой

$$I_M = k \frac{F}{\sqrt{t_x}}$$

где  $k$  — коэффициент, зависящий от материала токоотвода и температуры нагревания;

$F$  — сечение токоотвода, мм<sup>2</sup>;

$t_x$  — длина волны, м сек;

$I_M$  — ток молнии, вызывающий плавление проводника

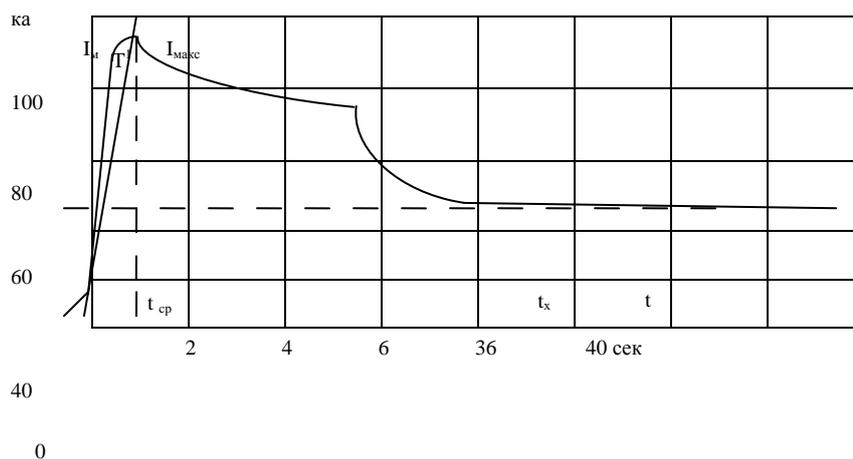


Рис. 1-6. Зависимость теплового воздействия тока молнии на проводники от величины тока.

1 — медные проводники; 2 — алюминиевые проводники; 3 — стальные проводники.

На рис. 1-6 представлены кривые, иллюстрирующие











## Глава 5 Экономические расчеты.

### Расчет экономических показателей участка ремонта тяговых двигателей .

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

В связи с этим необходимо добиваться обоснованных решений по оптимизации технико-экономических показателей работы проектируемого или реконструируемого объекта. В этих целях осуществляются расчеты основных технико-экономических показателей конкретного объекта, сравнение их величин с базисными в целях реализации оптимального проектного решения. В экономической части выпускной квалификационной работы рассчитываются следующие технико-экономические показатели участка ремонта трансформаторов.

1. Затраты за период срока службы.
2. Экономическая эффективность.
3. Удельная экономия капитальных вложений.
4. Срок окупаемости капитальных вложений.
5. Коэффициент эффективности.
6. Численности высвобождаемых рабочих при внедрении инновации.
7. Рост производительности труда, %.
8. Экономия фонда оплаты труда.

5521100

Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дат				
Разраб.					Экономические расчеты.	Лит.	Лист	Листов
Пров.								
Н.конт.								
Утв.								
						ТашИИТ		



4) Срок окупаемости капитальных вложений.

$K_1 - K_2$  – капитал вложения

$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$  - Эксплуатационных расходов до и после внедрения.

$$T = K_1 - K_2 / \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = 12000000 - 10000000 / 10817180 - 9128669 = 1, \text{ год}$$

5) Коэффициент эффективности внедрения установки для диагностики тягового трансформатора

$$E = 1 / T = 1 / 1.9 = 0,55$$

E – коэффициент эффективности внедрения способа диагностики тягового трансформатора

55 %

T – срок окупаемости капитальных вложений. 1. год

6) Численности высвобождаемых рабочих при внедрении инноваций.

$$Ч_{\text{высв}} = (Ч_6 - Ч_н) * K_{\text{см}} = 5 - 3 = 2 \text{ слесаря 4 разряда.}$$

Где:  $Ч_{\text{высв}}$  – Численности высвобождаемых рабочих при внедрении инноваций 2 слесаря 4 разряда.

$Ч_6$  – 5 слесарей численность рабочих, занятых производства, до внедрения мероприятия, чел

$Ч_н$  – 3 слесаря Что же после внедрения мероприятия по экономике

$K_{\text{см}}$  – коэффициент сменности работ 1 .

7) Рост производительности труда, %.

$$П_T = \Delta Ч_0 / Ч_п * \Delta Ч_0 * 100 = 2 * 100/30 = 30\%$$

Где:  $\Delta Ч_0 = Ч_{п1} * Ч_{п2} = 5-3=2$

$Ч_п$  – 3 слесаря численность производственного персонала.

Производительность установки\_ 1т/час ( Диагностическая установка).

										Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						





