

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
начального профессионального образования  
Профессиональное училище № 1

30.4 Помощник машиниста электровоза

Слесарь по ремонту подвижного состава

К защите допущена:

Зам. директора по УПР

\_\_\_\_\_Иванов И.И.

«\_\_»\_\_\_\_\_2013 г.

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА**  
**СГЛАЖИВАЮЩИХ И ПЕРЕХОДНЫХ РЕАКТОРОВ**  
**ЭЛЕКТРОВОЗОВ ВЛ80С**  
ПЭР. 30.4.УЛ.01.00.ПЗ  
[www.pomogala.ru](http://www.pomogala.ru)

Руководитель работы

\_\_\_\_\_Иванов И.И.

«\_\_»\_\_\_\_\_2013 г.

Выполнил

учащийся группы № 301

\_\_\_\_\_Петров П.П.

«\_\_»\_\_\_\_\_2013 г.

2013 г.

## Содержание

Введение. История электрификации железных дорог на переменном токе.

Цель работы

1 Назначение и устройство реакторов

1.1 Общие сведения о переходных и сглаживающих реакторах

1.2 Переходной реактор ПРА - 48

1.3 Сглаживающий реактор РС -53

2 Технология ремонта сглаживающих и переходных реакторов

2.1 Система технического обслуживания и ремонта электровозов

2.2 Условия работы реакторов и их возможные повреждения

2.3 Осмотр, ремонт и испытания сглаживающих и переходных реакторов

2.4 Осмотр реакторов без снятия с эпас

3 Техника безопасности

3.1 Требования техники безопасности при слесарных работах

3.2 Требования безопасности при ремонте и испытании электрооборудования

3.3 Безопасность при нахождении на железнодорожных путях

Заключение

Литература

					<b>ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Петров</i>			<b>Технология ремонта сглаживающих и переходных реакторов</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Иванов</i>					2	42
<i>Реценз.</i>		<i>Иванов</i>				<b>ПУ-1гр. № 301</b>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Иванов</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Иванов</i>						

## Введение. История электрификации железных дорог на переменном токе

Электрификация железных дорог в СССР началась в 1926 г. Тогда был электрифицирован пригородный участок Баку — Сабунчи — Сураханы Азербайджанской дороги на постоянном токе при напряжении в контактном проводе 1200 В. Следующий участок, также пригородный, Москва—Мытищи Московской дороги был электрифицирован в 1929 г. на постоянном токе при напряжении в контактном проводе 1500 В.

Электрификация первого магистрального участка, главным образом для грузового движения, Хашури—Зестафони Закавказской дороги на постоянном токе при напряжении 3 кВ была осуществлена в 1932 г. Электрификация железных дорог на напряжении 3 кВ постоянного тока, прогрессивном для того времени, продолжалась включительно до конца 1959 г. На начало 1982 г. на электрическую тягу переведено около 44 тыс. км, из которых свыше 18 тыс. км на переменном токе напряжения 25 кВ и частоты 50 Гц.

Производство электропоездов для пригородных участков электрифицированных железных дорог было организовано на московском заводе «Динамо» и Мытищинском вагоностроительном заводе, а производство электровозов ВЛ19 и ВЛ22 для магистральных участков, начиная с 1932 г., — на московском заводе «Динамо» и Коломенском машиностроительном заводе.

В 1934 г. на московском заводе «Динамо» им. Кирова начались работы по созданию электровозов переменного тока промышленной частоты 50 Гц при высоком напряжении в контактном проводе. Основными достоинствами системы электрической тяги на переменном токе являются: простота тяговых подстанций, большая экономия цветных металлов и лучшие тяговые свойства электровозов, что при прочих равных условиях достигается постоянным параллельным соединением тяговых двигателей.

					ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Однако создание электровозов переменного тока в те годы было исключительно трудным делом. Для этого требовались прежде всего приемлемые в условиях железных дорог выпрямители — ионные или электронные вентили большой мощности. Отсутствие таких вентилях было основным препятствием для применения переменного тока при электрификации железных дорог. Работы завода «Динамо» им. Кирова по созданию первого электровоза переменного тока промышленной частоты 50 Гц при напряжении 20 кВ в контактном проводе были закончены в 1938 г. выпуском опытного образца мощностью 2000 кВт. На этом электровозе типа **ОР (однофазный ртутный)** был установлен металлический многоанодный ртутный выпрямитель с откачной системой для поддержания вакуума и сеточным регулированием.

Наибольшее применение электрическая тяга на переменном токе получила после окончания Великой Отечественной войны. В 1947—1954 гг. Заводы Новочеркасский электровозостроительный (НЭВЗ) и «Динамо» им. Кирова проводили работы по созданию электровозов переменного тока промышленной частоты высокого напряжения, используя в качестве выпрямителей тока **игнитроны** (одноанодные запаянные ртутные вентили) большой мощности. В 1954—1956 гг. была изготовлена партия шестиосных электровозов **ВЛ61** для опытного участка Ожерелье — Павелец, электрифицированного на переменном токе 50 Гц.

Открытие первого магистрального участка на переменном токе промышленной частоты напряжением 25 кВ Чернореченская — Клюквенная Восточно-Сибирской дороги состоялось в г. Красноярске 31 декабря 1959 г. Для этого участка НЭВЗ изготовил большую партию шестиосных электровозов ВЛ-60 с игнитронными выпрямителями.

В 1961 г. Новочеркасским заводом были изготовлены опытные образцы восьмиосных электровозов переменного тока **ВЛ-80**.

В 1964 г. была оборудована на базе электровозов ВЛ61 опытная партия шестиосных электровозов ВЛ61д двойного питания для работы на линиях

					<b>ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						4
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

как постоянного тока напряжением 3 кВ, так и переменного 25 кВ; в обоих режимах работы использовалась полная мощность электровоза. В 1966 г. выпущены опытные образцы восьмиосных электровозов двойного питания **ВЛ82**.

Начиная с 1958 г. проводились работы по созданию электровозов переменного тока (при игнитронных выпрямителях) с рекуперативным торможением. Эти работы были успешно закончены в 1964 г. выпуском большой партии электровозов ВЛ60р.

В 1961—1962 гг. Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ) впервые с успехом применил силовые кремниевые полупроводниковые вентили в качестве выпрямителей тока на электропоездах переменного тока. В 1962 г. полупроводниковые установки применили на электровозе ВЛ60к. С 1965 г. прекратили установку игнитронных выпрямителей на электровозах переменного тока, и с этого времени перешли исключительно на полупроводниковые.

Применение полупроводниковых выпрямительных установок значительно повысило эксплуатационную надежность электровозов, их коэффициент полезного действия и коэффициент мощности. Начиная с 1966 г. при производстве заводского ремонта на электровозах ВЛ60 выпрямительные игнитронные установки заменили кремниевыми полупроводниковыми. В последнее время эти установки комплектовались полупроводниковыми лавинными вентилями.

Опытные образцы электровозов ВЛ80р (р - с рекуперативным торможением) были выпущены в 1969 г., в следующем году — электровоз ВЛ80в - 661 с бесколлекторными вентильными тяговыми двигателями и в 1971 г.— электровоз ВЛ80а - 751 с короткозамкнутыми асинхронными двигателями. В 1976 г. был изготовлен восьмиосный электровоз переменного тока ВЛ83 с одноmotorными двухосными тележками и вентильными тяговыми двигателями. В 1977 г. был создан первый опытный грузовой

					<i>ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						5
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

электровоз переменного тока ВЛ81 с опорно-рамным подвешиванием тяговых двигателей.

Начиная с 1968 г. все электровозы переменного и постоянного тока, изготавливаемые в СССР для отечественных железных дорог, выполняются восьмиосными на четырех двухосных тележках. Отечественное электровозостроение непрерывно развивается и совершенствуется на основе новейших достижений науки и техники.

Всем электровозам отечественного производства присвоено обозначение ВЛ в честь Владимира Ильича Ленина. Номер в наименовании соответствует определенным типам электровозов: от 1 до 18 — восьмиосные постоянного тока (например, ВЛ8, ВЛ10), от 19 до 39 — шестиосные постоянного тока (ВЛ19, ВЛ23); от 40 до 59 четырехосные переменного тока (ВЛ40, ВЛ41); от 60 до 79 шестиосные переменного тока (ВЛ60к); от 80 — восьмиосные переменного тока и двойного питания (ВЛ80к, ВЛ82М).

На электровозах, помимо механического, может быть применено электрическое торможение. Различают электрическое торможение рекуперативное и реостатное. К обозначению серии электровозов с рекуперативным торможением добавляют букву «р», а с реостатным — букву «т»: например, ВЛ80р, ВЛ80т.

Электровозы, имеющие обозначение ВЛ, были предназначены для грузового движения, хотя довольно часто используются и для тяги пассажирских поездов. Конструктивная скорость электровозов ВЛ обычно не превышает 110 км/ч. В 70-е гг. был реализован переход на более мощные 12-осные электровозы на базе двух 6-осных секций, в каждой из которых кузов опирался на три 2-осные тележки (постоянного тока ВЛ15 и переменного тока ВЛ85, ВЛ86). Однако одновременно получила распространение и концепция более гибкого типажного решения, когда выпускались 4-осные секции, из которых можно было формировать тяговые единицы из 2-4 секций (постоянного тока ВЛ11М, переменного тока ВЛ80С. В начале 90-х гг. произошло значительное снижение перевозочной работы, вследствие чего

					ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

потребность в сверхмощных электровозах сократилась, имевшийся парк электровозов стал вполне достаточным для выполнения перевозок; выпуск новых электровозов сократился. Электровоз ВЛ85, имевший наиболее отработанную конструкцию, начали выпускать в односекционном исполнении (ВЛ65). Для возможности использования электровоза в пассажирском сообщении было применено опорно-рамное подвешивание тяговых двигателей, в результате чего конструктивная скорость повысилась до 140 км/ч. Было предусмотрено электрическое отопление пассажирского поезда от электровоза. Такой электровоз фактически относится к классу универсальных - грузопассажирских.

В сер. 90-х гг. были изменены обозначения новых электровозов: в обозначение грузовых электровозов ввели букву Э (например, Э1, Э2, Э3 и т.д.), а для пассажирских и универсальных - буквы ЭП, в частности электровоз ВЛ65 получил обозначение ЭП1, электровоз, выполненный на базе его механической части, с возможностью питания от сети как постоянного, так и переменного тока, ЭП10.

### **Цель работы**

Заданием на письменную экзаменационную работу было предложено описать назначение и конструкцию сглаживающих и переходных реакторов, технологию их ремонта в объеме ТР-3, изучить безопасные приёмы труда, применяемое оборудование, инструмент и приспособления.

					<b>ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

# 1 Назначение и устройство реакторов

## 1.1 Общие сведения о переходных и сглаживающих реакторах

Реактором называют электрическую катушку, индуктивное сопротивление которой значительно по сравнению с индуктивным сопротивлением остальной электрической цепи. Для того чтобы индуктивность реактора была наибольшей, его обмотку располагают на сердечнике из ферромагнитного материала, т. е. материала, обладающего высокой магнитной проницаемостью. Таким материалом является, например, листовая электротехническая сталь. Индуктивность реактора, сердечник которого выполнен из ферромагнитного материала, не является постоянной, а зависит от тока в его обмотке. Это объясняется тем, что индуктивность изменяется прямо пропорционально магнитной проницаемости. В свою очередь магнитная проницаемость зависит от магнитной индукции. Если в обмотке реактора ток возрастает, то одновременно возрастает и магнитная индукция, что вызывает уменьшение магнитной проницаемости, а следовательно, и уменьшение индуктивности. При уменьшении тока в обмотке реактора индуктивность его увеличивается. Это свойство реактора с ферромагнитным сердечником использовано в силовых цепях электровозов для сглаживания пульсаций выпрямленного тока.

Известно, что пульсация выпрямленного тока зависит от тягового тока: чем больше ток, тем меньше пульсация, и наоборот. Между тем для нормальной коммутации тяговых двигателей необходимо, чтобы пульсация в любом режиме работы двигателя оставалась постоянной. Для этого в цепь тока включают реактивные катушки, индуктивность которых наибольшая при малых тяговых токах и наименьшая при больших.

Реактор, включенный последовательно в цепь тяговых двигателей для уменьшения пульсации выпрямленного тока, называют сглаживающим. Такие реакторы применяют на всех электровозах переменного тока. На электровозах ВЛ80т устанавливают четыре сглаживающих реактора типа РС-

					<i>ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



53. Начальная индуктивность такого реактора составляет 6 мГн, а при номинальном токе часового режима 1850 А уменьшается до 4 мГн. Длительный ток реактора 1700 А; корпусная изоляция рассчитана на напряжение 1500 В; масса реактора 800 кг.

Для интенсивного охлаждения реактора применяется принудительная вентиляция с объемом воздуха 95 м<sup>3</sup>/мин, проходящего по кожухам, выполненным из стеклопласта. Реактор крепится к раме кузова.

На электровозе ВЛ80к устанавливают четыре реактора РС-32. Основные технические данные реакторов такие же, как у реакторов РС-53. Конструкция реактора отличается от описанной отсутствием кожухов, вследствие чего требуется почти вдвое больше охлаждающего воздуха—180 м<sup>3</sup>/мин.

На электровозах ВЛ60к применяют два реактора типа РЭД-4000 А. Индуктивность реактора 5,6 мГн при номинальном токе 1545 А и 10,5 мГн при токе 300 А. Корпусная изоляция рассчитана на напряжение 3000 В, масса реактора 1570 кг. Охлаждение воздушное, принудительное. Количество расходуемого воздуха 300 м<sup>3</sup>/мин.

На электровозах с регулированием напряжения на вторичной обмотке трансформатора в цепь ее регулировочной части включают так называемый переходный реактор.

На электровозах ВЛ80т устанавливают переходные реакторы типа ПРА-48, на электровозах ВЛ80к — ПРА-3 и на электровозах ВЛ60к — ПРА-2.

Устройство переходных реакторов всех типов и схемы соединения их обмоток одинаковы. Охлаждение реакторов— естественное воздушное. Реакторы размещены один над другим. Этим достигается наилучшее использование места и их взаимной индуктивности.

					<i>ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						9
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 1.2 Переходной реактор ПРА-48

Переходной реактор типа ПРА-48 служит для осуществления перехода с одной позиции ЭКГ на другую без разрыва электрической цепи с током тяговых двигателей, а также является делителем напряжения. Он ограничивает ток короткого замыкания в секции трансформатора до 1200 А. Каждый реактор работает самостоятельно в одном из плеч тяговой вторичной обмотки трансформатора.

### Технические характеристики ПРА-48

Номинальное напряжение относительно земли, кВ.....	1500
Номинальное напряжение между выводами, В.....	146
Часовой ток ветви, А.....	1370
Длительный ток ветви, А.....	1270
Индуктивное сопротивление, Ом.....	0,12
Число витков.....	27
Сечение обмоточного провода, мм <sup>2</sup> .....	8 x 60
Габаритные размеры реактора, мм.....	835 x 940 x 955
Масса, кг.....	450

**Устройство.** Оба переходных реактора (рис. 1) выполнены в одном комплекте без стального сердечника. Каждый переходной реактор состоит из четырех катушек.

Каждая катушка реактора намотана в один слой из двух параллельных алюминиевых шин сечением 8 x 60 мм с зазором между шинами 7 мм в виде спирали и имеет 6,75 витков. По радиусам между витками катушки установлены прокладки из электронита для изоляции, по которым все витки катушки стягиваются бандажами из стеклоленты.

					ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

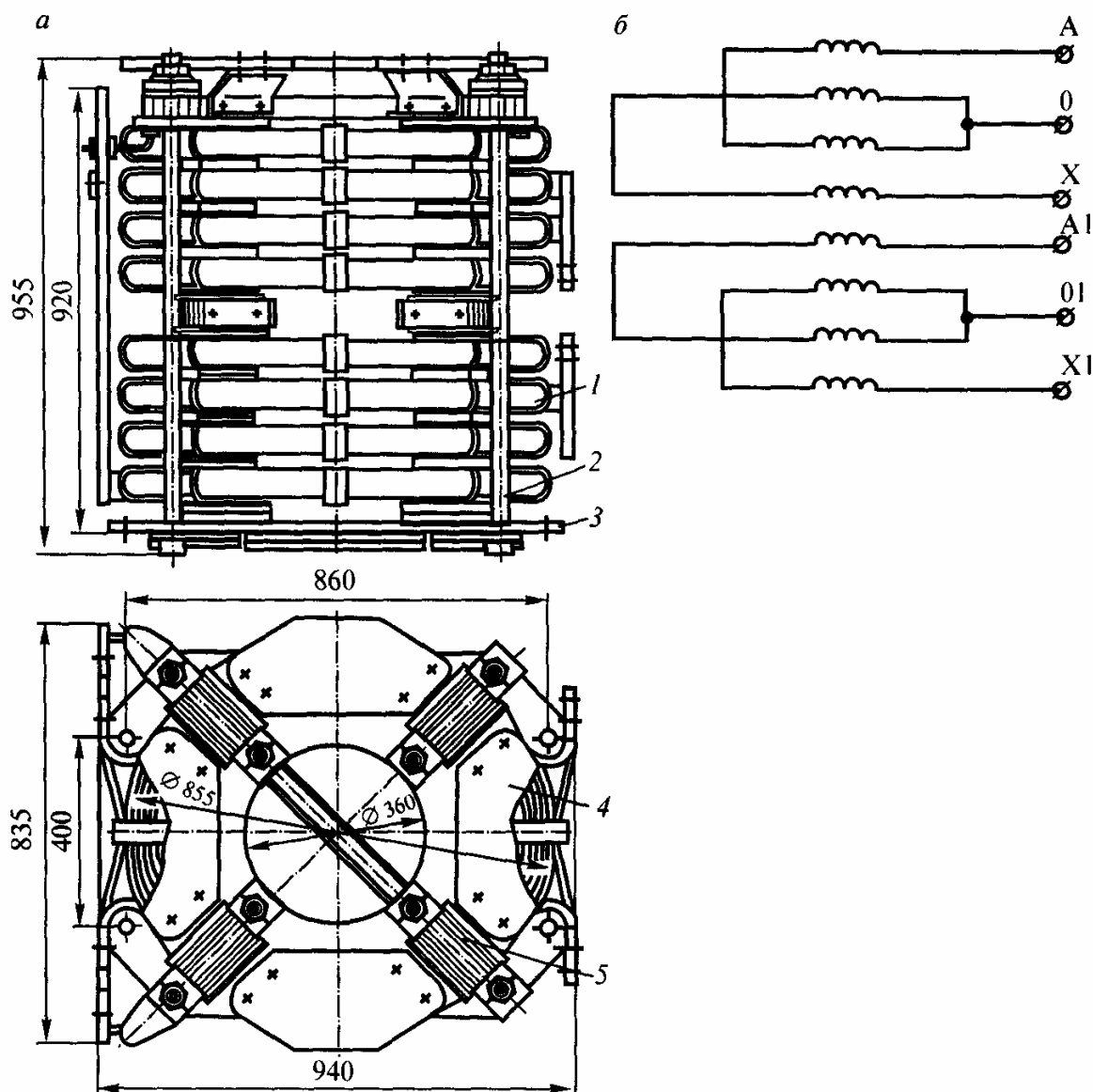


Рисунок 1 - Переходной реактор ПРА-48 (а) и схема его обмоток (б): 1 — спиральные катушки; 2 — стяжные дюралюминиевые шпильки; 3 — основание; 4 — защитные листы; 5 — экранирующие пакеты

При сборке реактора на основании в виде гетинаксовой плиты (толщиной 30 мм) устанавливаются друг на друга четыре катушки нижнего реактора, на них устанавливаются четыре катушки верхнего реактора. Затем все восемь катушек в двух реакторах стягиваются между собой и с основанием при помощи верхних текстолитовых планок и восьми алюминиевых шпилек (М24).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ

Лист

11



Рисунок 2 - Переходной реактор ПРА-48 (общий вид)

Снизу, сверху и между реакторов укреплены шихтованные пакеты для замыкания по ним переменного магнитного потока катушек реакторов (экранирование), что позволяет уменьшить нагрев крышки трансформатора и основания ЭКГ от действия вихревых токов.

Все четыре катушки каждого реактора соединены между собой последовательно, путем сварки алюминиевых шин. Каждый реактор имеет три вывода: начало, конец и средний вывод «0» между второй и третьей катушками.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ				

Переходные реакторы устанавливаются на крышке тягового трансформатора (под ЭКГ). Расстояние между крышкой и основанием реактора должно быть не менее 100 мм. Реактор имеет естественное охлаждение.

**Работа переходного реактора.** Переключение питания ТЭД от одного вывода секции трансформатора на другой осуществляется с использованием переходных реакторов, которые в одном положении своего включения ограничивают ток короткого замыкания секции трансформатора, а в другом положении не оказывают влияние на протекание силового тока.

На ходовых позициях ЭКГ (1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33) оба вывода каждого переходного реактора 25 подключены к одному выводу секции трансформатора (рис. 3), в результате чего оба реактора работают делителями тока.

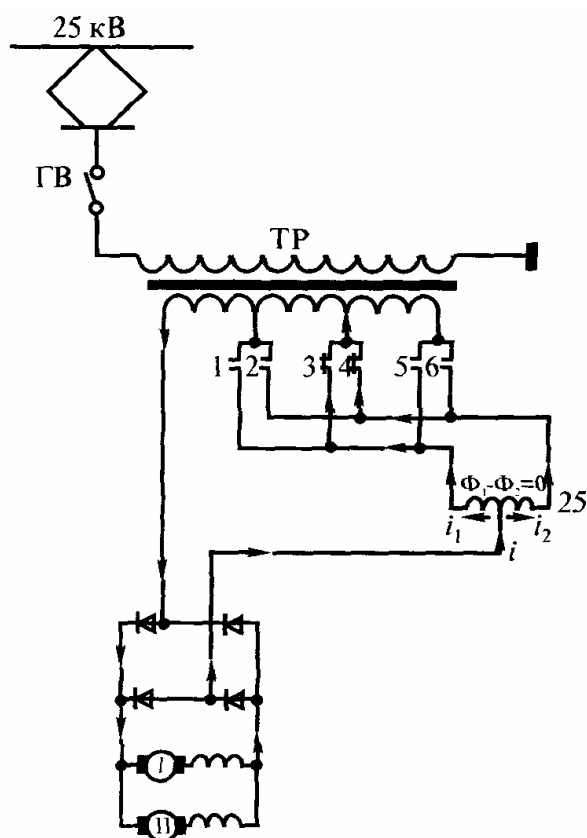


Рисунок 3 - Работа переходного реактора при его включении делителем тока.

При таком включении реакторов (делителями тока) половина силового тока ТЭД одной тележки проходит по одному плечу, а другая половина тока проходит по другому плечу. При этом магнитные потоки двух плеч в каждом реакторе направлены встречно, в результате чего общий магнитный поток реактора будет равен нулю и индуктивное сопротивление реактора также станет равным нулю. Таким образом, при таком включении реакторов каждый реактор будет обладать только незначительным активным сопротивлением (0,0018 Ом), которое не оказывает серьезного влияния на значение силового тока ТЭД, поэтому при таком включении нагрева реакторов не происходит и работа электровоза на позициях с таким включением реакторов не ограничена.

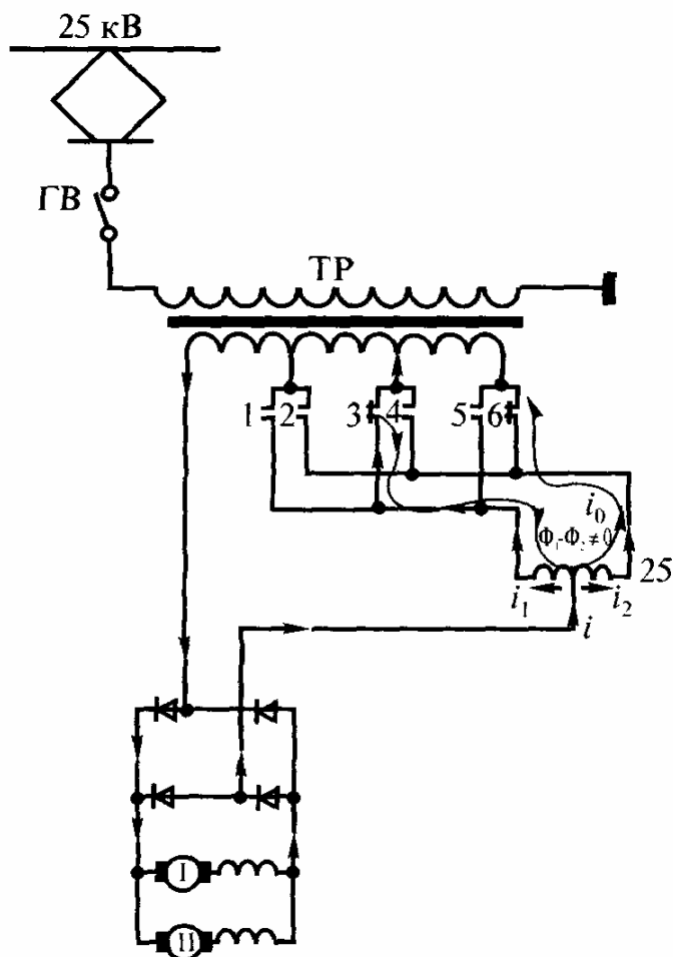


Рисунок 4 - Работа переходного реактора при его включении делителем напряжения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПЭР.30.4.УЛ.00.01.ПЗ

Лист

14