



УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ
ТЯГОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ОДЦЭ-5000/25Б

(Всего страниц – 42, рисунков – 4, список литературы)

<http://pomogala.ru>

Содержание

Введение. История электрификации железных дорог на переменном токе.

Цель работы

1 Общие сведения о тяговом трансформаторе

1.1 Принцип работы трансформатора

1.2 Назначение тягового трансформатора

1.3 Устройство тягового трансформатора

2 Ремонт тяговых трансформаторов

2.1 Условия работы трансформаторов и возможные их повреждения

2.2 Ревизия тягового трансформатора с выемкой активной части

2.3 Осмотр и ремонт активной части трансформатора

2.4 Сборка тягового трансформатора

2.5 Испытание трансформаторов

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР		
Разраб.	Иванов				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Иванов					2	42
Реценз.	Иванов				ПУ-1гр. № 1		
Н. Контр.	Иванов						
Утверд.	Иванов						
					Устройство и ремонт тягового трансформатора ОДЦЭ-5000/25Б		

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.

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	<i>Лист</i>
						3
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

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

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

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

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	<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

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

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 тягового трансформатора ОДЦЭ-5000/25Б, технологию его ремонта в объеме ТР-3, изучить безопасные приёмы труда, применяемое оборудование, инструмент и приспособления.

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1 Общие сведения о тяговом трансформаторе

1.1 Принцип работы трансформатора

Принцип работы трансформатора основан на явлении взаимной индукции. Любой трансформатор состоит из шихтованного магнитопровода, на котором намотаны первичная и вторичная обмотки, при этом вторичных обмоток может быть несколько.

После подъема токоприемника (рис.1) и включения ГВ по первичной обмотке тягового трансформатора будет протекать переменный ток I_1 . Этот ток создает переменный магнитный поток Φ_1 который замыкается по магнитопроводу, пересекает свою первичную обмотку и наводит в ней ЭДС самоиндукции E_1 .

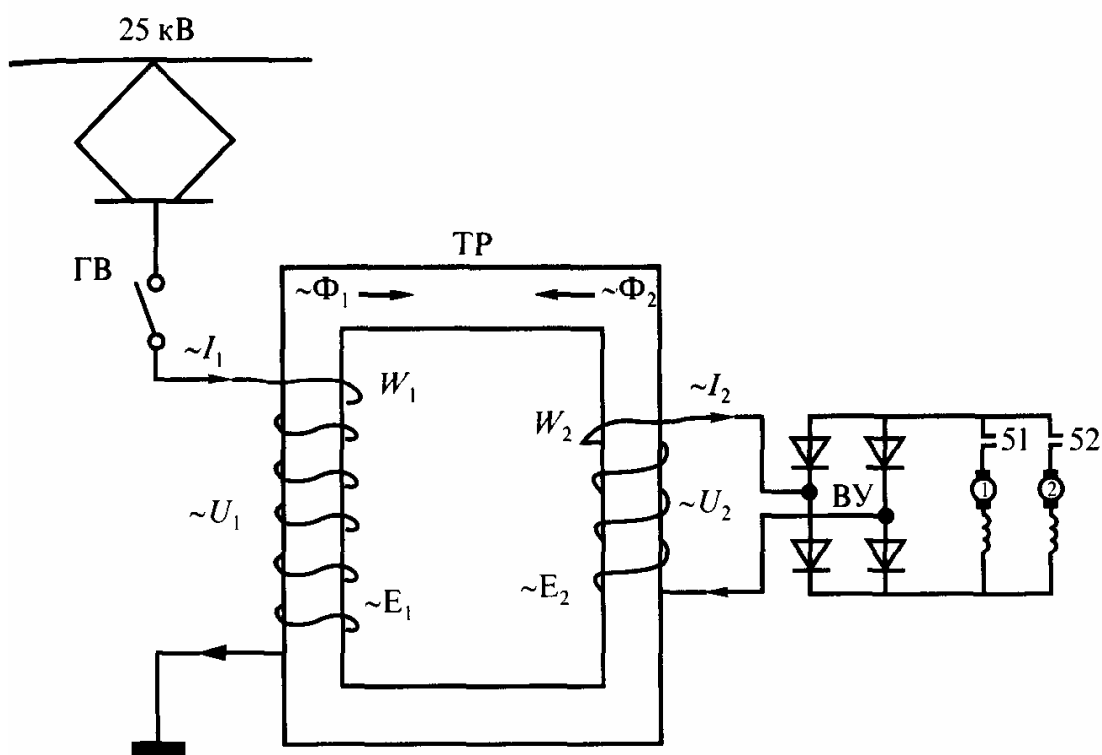


Рисунок 1 – Принцип работы трансформатора

Магнитный поток Φ_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 , который определяется соотношением

$$K = W_1 / W_2.$$

Если $K > 1$, то трансформатор понижающий.

Если $K < 1$, то трансформатор повышающий.

Если $K = 1$, то — разделительный.

С помощью трансформатора, изменяя K , 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_2 во вторичной обмотке по сравнению с первичной обмоткой трансформатора.

Если произойдет к.з. во вторичной обмотке трансформатора и по ней начнет 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.

Коэффициент трансформации можно определить и по соотношениям токов в первичной и вторичной обмотках трансформатора

$$K_{тр} = W_1 / W_2 = I_2 / I_1$$

В одном витке любой обмотки трансформатора наводится одна и та же ЭДС $= U_1 / W_1$. Общий магнитный поток трансформатора Φ равен разности магнитных потоков Φ_1 и Φ_2 .

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Назначение тягового трансформатора

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-5000/25Е

Масса выемной части, кг.....	5100
Масса бака с арматурой, кг.....	1600
Масса масла, кг.....	1300
Общая масса, кг.....	8000
Габаритные размеры, мм:	
длина.....	2595
ширина.....	2000
высота.....	2760
Номинальная мощность обмоток, кВ·А:	
сетевой.....	4485
тяговых.....	4260
собственных нужд.....	225
собственных нужд при резервировании.....	406
Номинальное напряжение обмоток, В:	
сетевой.....	25000
тяговых, на выводах (а1-01) и (а2-02).....	1218
собственных нужд, на выводах:	
а5-х.....	232
а4-х.....	406
а3-х.....	638

Номинальный ток обмоток, А:

сетевой.....	179,4
тяговых.....	750
собственных нужд.....	550
собственных нужд при резервировании.....	1000
КПД, %.....	98,2
Средняя температура масла, °С.....	71,2
Расход воздуха на охлаждение, м ³ /мин.....	330
Число секций радиаторов системы охлаждения.....	2x3

1.3 Устройство тягового трансформатора

Трансформатор типа ОДЦЭ-5000/25Б (рис.2) состоит из активной части, помещенной в бак с трансформаторным маслом, а также системы охлаждения.

Активная часть — состоит из шихтованного магнитопровода и трех обмоток.

Магнитопровод — двухстержневой, шихтованный, состоит из двух вертикальных стержней и двух горизонтальных ярм.

Стержни магнитопровода (рис. 3, а) набраны из листов электротехнической стали (толщиной 0,35 мм) пакетами разной ширины и имеют ступенчатое сечение, близкое к круглому. Все листы стержней спрессованы и скреплены пятью шпильками, при этом для изоляции шпильки пропущены внутри бакелитовых трубок, а под гайки подложены бакелитовые шайбы.

Ярма набраны из листов электротехнической стали пакетами разной длины. При сборке с боков ярм устанавливаются швеллера, которые стянуты по концам друг с другом болтами, вкрученными в торцы стальных планок в прорези стержней магнитопровода. При этом ярма скрепляются с вертикальными стержнями магнитопровода.

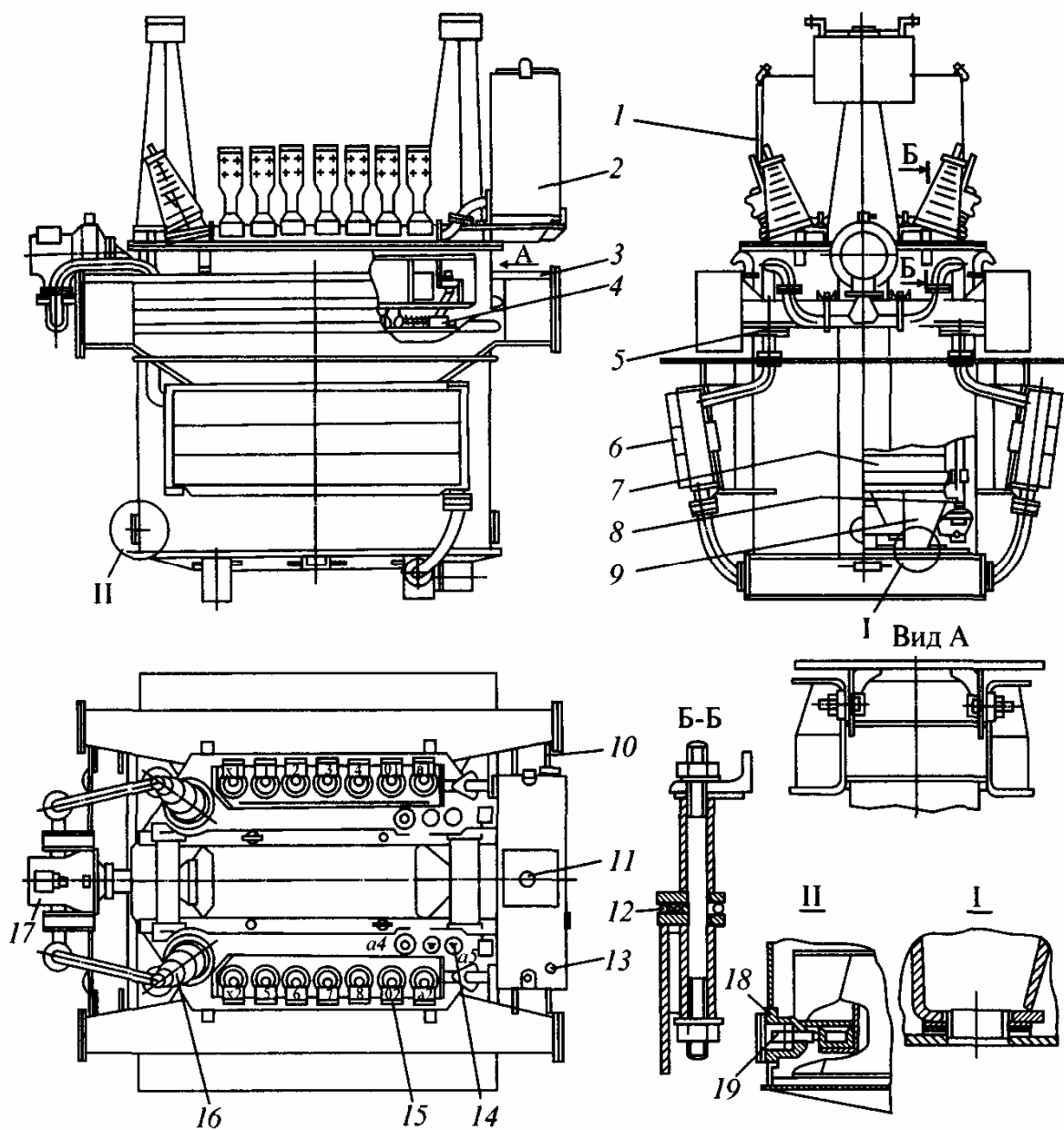


Рисунок 2 - Тяговый трансформатор ОДЦЭ-5000/25Б:

1 — маслоуказатель; 2 — расширительный бак; 3 — балка-камера; 4 — устройство для осевой стяжки обмоток; 5 — опора трансформатора; 6 — масляные радиаторы; 7 — активная (выемная) часть; 8 — отвод; 9 — нижняя ярмовая балка; 10 — опорная балка; 11, 13 — пробки; 12 — резиновое уплотнение; 14 — выходы обмотки собственных нужд; 15 — выходы тяговых вторичных обмоток; 16 — выходы первичной (сетевой) обмотки; 17 — электрический масляный насос; 18 — стальные заглушки; 19 — упоры для крепления активной части

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР

Лист

12

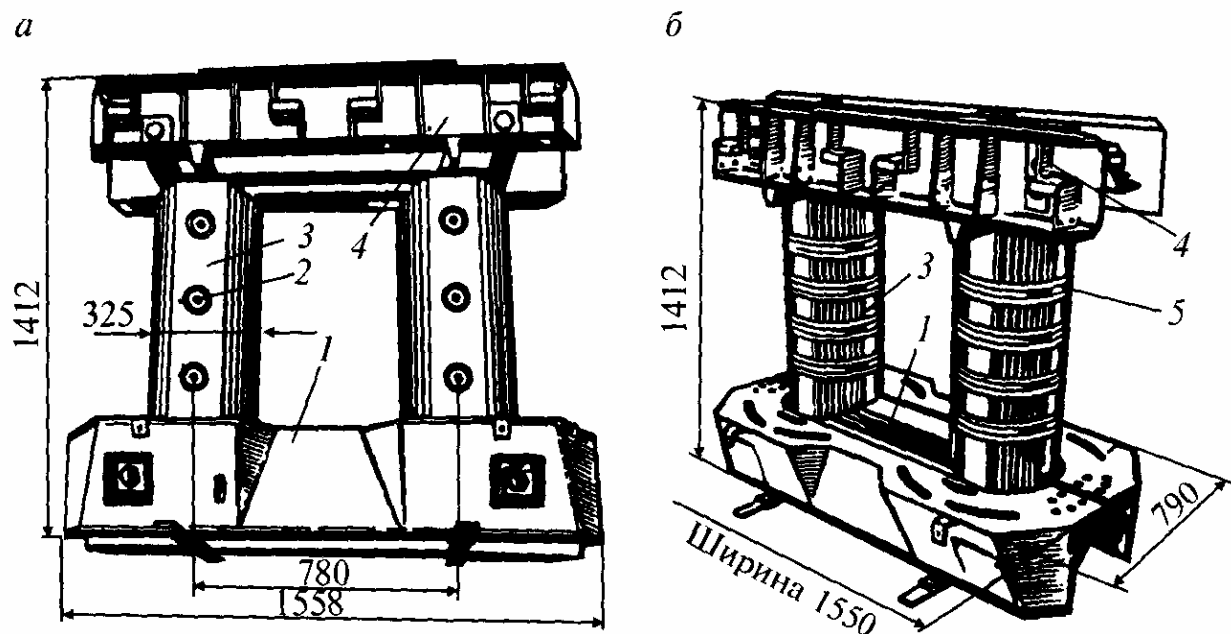


Рисунок 3 - Магнитопроводы шпилечной (в) и бесшпилечной (б) конструкции: 1 — нижнее ярмо; 2 — шпилька; 3 — стержень; 4 — верхнее ярмо; 5 — бандаж стержня

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 счет овальных отверстий для четырех верхних болтов. За счет этого активная часть всегда стоит на дне бака и одновременно ее крышка плотно притянута к фланцам бака через прокладки из маслостойчивой резины.

Обмотки трансформатора — трансформатор имеет три обмотки (рис. 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.

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

ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР

Лист

13

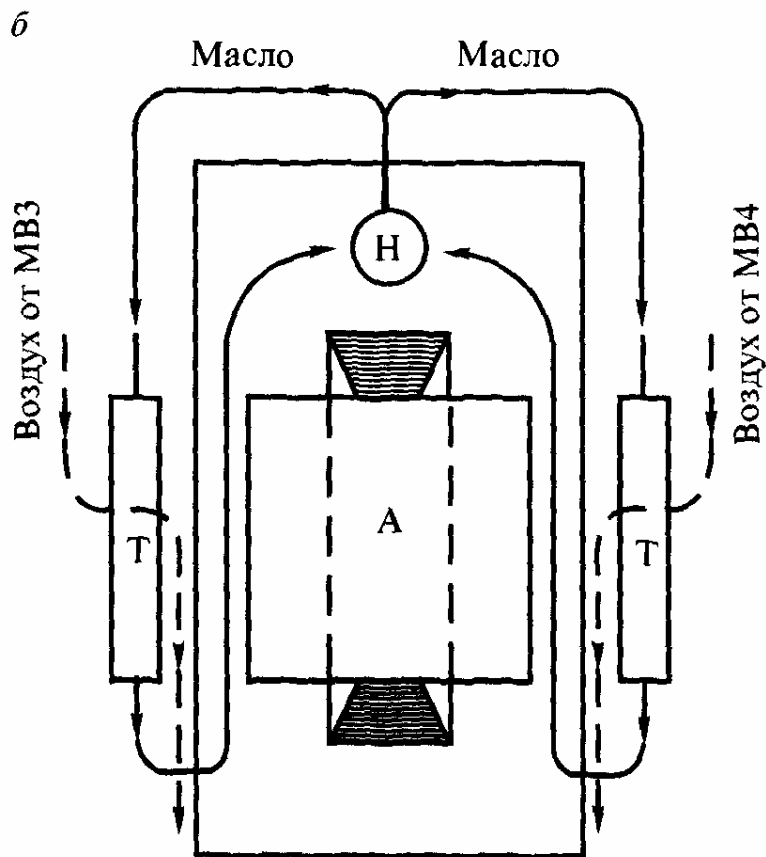
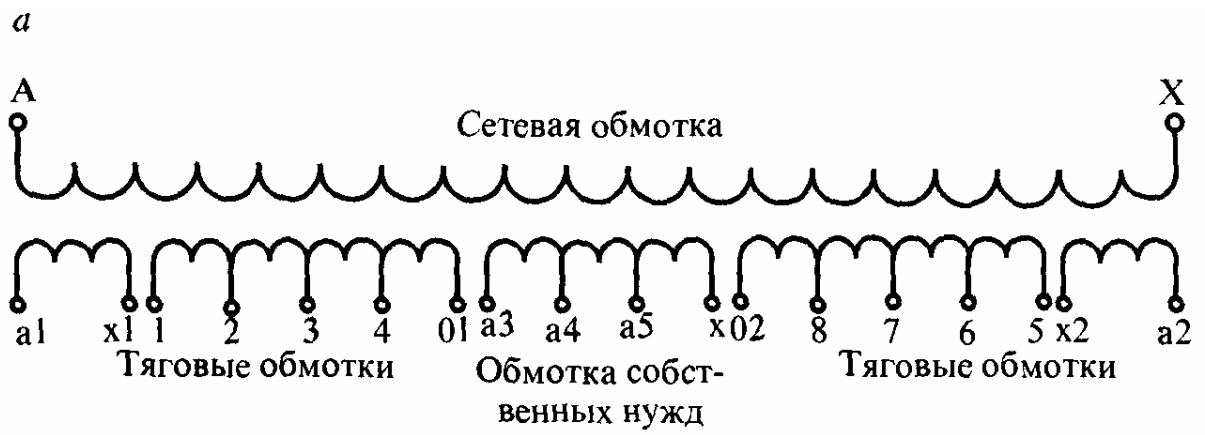


Рисунок 4 - Схема соединения обмоток трансформатора (а) и схема циркуляции масла (б): Н — масляный насос; А — активная часть; Т — теплообменники

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР

Лист

14

Тяговая вторичная обмотка состоит из двух нерегулируемых частей с выводами a1-x1 и a2-x2 (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.

Все обмотки трансформатора намотаны из медных шин различного сечения, изолированных кабельной бумагой на текстолитовые планки (толщиной 20 мм), установленные вдоль бакелитового цилиндра. Между витками на этих планках установлены прокладки из электрокартона. За счет такой намотки, каждый виток обмотки омывается трансформаторным маслом со всех четырех сторон.

При сборке активной части при снятом верхнем ярме на стержни магнитопровода (на нижнее ярмо) устанавливаются стальные шайбы, на которые веером устанавливаются текстолитовые бруски для подхода масла к обмоткам снизу. На них устанавливаются также по три текстолитовых кольца (толщиной 50 мм) один внутри другого. На эти шесть колец устанавливаются нижним витком шесть цилиндров с обмотками. На верхний виток на каждом цилиндре устанавливаются текстолитовые кольца. На них веером устанавливаются текстолитовые бруски, предназначенные для выхода масла от обмоток трансформатора. На эти текстолитовые бруски устанавливаются две стальные шайбы (прессующие кольца).

					ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15