

ГРУППА КОМПАНИЙ

ЭЛЕКТРОЩИТ


ТМ-САМАРА

ЗАО "ГРУППА КОМПАНИЙ "ЭЛЕКТРОЩИТ"-ТМ САМАРА": ИНН 6313009980
Россия, 443048, Самара, п. Красная Глинка. Тел. (846) 950-91-71, 950-95-01. Факс (846) 950-08-00
E-mail: info@redclay.samara.ru. Http://www.electroshield.ru

УТВЕРЖДАЮ:

Технический директор

производства «Русский трансформатор»

 В.Х. Альбеков
"6" 10 2010 г.

**Трансформатор силовой масляный
типа ТМ мощностью 2500 кВА,
класса напряжения 15 кВ**

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

(справочная)

ОРТ.135.032 ТИ

РАЗРАБОТАЛ:

Инженер-конструктор

производства «Русский трансформатор»

 Д.В. Дмитриев
"06" октября 2010 г.

САМАРА
2010

СОДЕРЖАНИЕ

	лист
1 Общие сведения о распределительных трансформаторах	3
1.1 Назначение	3
1.2 Условное обозначение трансформаторов	3
1.3 Технические данные	3
2 Устройство трансформатора	4
2.1 Активная часть	4
2.1.1 Магнитопровод	4
2.1.2 Обмотки	4
2.1.3 Отводы	5
2.1.4 Переключающие устройства	5
2.1.5 Бак	6
2.1.6 Трансформаторное масло	6
3 Климатические исполнения и категории размещения	6
4 Электрические соединения в трансформаторах	7
4.1 Схемы и группы соединения обмоток	7
4.2 Электрические параметры трансформаторов	7
5 Контрольно-измерительные, сигнальные, защитные и вспомогательные устройства	9
Приложение 1	12
Приложение 2	12
Приложение 3	13

Приведённые технические данные носят справочный характер. Разработчик оставляет за собой право вносить изменения при совершенствовании конструкции.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ

Силовой трансформатор – понижающий трансформатор с мощностью в трёх фазах 2500 кВА, класса напряжения изоляции 15 кВ с отдельными обмотками высокого и низкого напряжения, с напряжением распределительной сети 10 кВ, питающей непосредственных потребителей электроэнергии.

Класс напряжения 15 кВ:

Основное номинальное напряжение обмоток ВН – 15,75 кВ.

Основное номинальное напряжение обмоток НН – 10,5 кВ.

Основное конструктивное исполнение трансформатора по внешнему конструктивному строению:

ТМ – трансформатор с расширителем, увеличение объёма масла при нагреве воспринимается расширителем.

1.2 УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Структурная схема обозначения трансформаторов приведена на рис 1.1 в приложении 1.

Пример условного обозначения трансформатора с расширителем, мощностью 2500 кВА, с напряжением на стороне ВН – 15.75 кВ, на стороне НН – 10.50 кВ, схемой и группой соединения D/D-0, климатическим исполнением - УХЛ, категорией размещения –1 при заказе и в документации другого изделия:

**«Трансформатор ТМ-2500/15-УХЛ1; 15.75/10.50; D/D-0
ТУ 3411-102-15356352-2007».**

1.3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1.3.1 Основные технические данные силового масляного трансформатора класса напряжения 15 кВ типа ТМ приведены в таблице 2.1 Приложение 2.

1.3.2 Габаритные и установочные размеры, масса трансформатора приведены на рис. 3.1

2 УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА

В конструкцию трансформаторов входят следующие составные части:

- активная часть (магнитопровод, обмотки, изоляция, отводы, вводы (изоляторы), переключатель);
- корпус бака;
- контрольно- измерительные, сигнальные и защитные устройства;
- вспомогательные устройства.

2.1 АКТИВНАЯ ЧАСТЬ

Активная часть трансформатора – это основная часть трансформатора, где происходит непосредственное преобразование электрической энергии одного напряжения и тока в электрическую энергию другого напряжения и тока, то есть энергия от обмотки высокого напряжения посредством наведённого в магнитной системе магнитного потока преобразуется в энергию обмотки низкого напряжения.

Главные элементы активной части: обмотки и магнитная система (магнитопровод). Активная часть распределительных трансформаторов состоит из следующих узлов:

- а) магнитопровод;
- б) обмотки высокого напряжения ВН;
- в) обмотки низкого напряжения НН;
- г) отводы ВН и НН;
- д) крышка бака;
- е) сборочные единицы и детали изоляции;
- ж) переключающее устройство,
- з) изоляционные вводы высокого и низкого напряжения.

2.1.1 МАГНИТОПРОВОД

Магнитопровод трансформатора является конструктивной и механической основой активной части. Основная часть магнитопровода – магнитная система, которая состоит из вертикальных стержней, перекрытых сверху и внизу горизонтальными ярами, в результате чего образуется замкнутая магнитная цепь.

2.1.2 ОБМОТКИ

Обмотки трансформаторов слоевые, расположены на стержне в следующем порядке, считая от стержня – обмотка НН (низкого напряжения), обмот-

ка ВН (высокого напряжения).

Обмотки НН и ВН выполняются из алюминиевого провода прямоугольного сечения с бумажной изоляцией. Межслоевая изоляция из специальной электроизоляционной бумаги. Прессовка обмоток осуществляется стяжкой ярмовых балок вертикальными шпильками.

Материал проводников обмоток:
алюминий (плотность – $\gamma_{ал} = 2700 \text{ кг/м}^3$, удельное электрическое сопротивление при $75 \text{ }^\circ\text{C}$ – $\rho_{ал75} = 0,0342 \text{ Ом*мм}^2/\text{м}$).

В обмотках ВН предусмотрены отпайки для переключения чисел витков и изменения коэффициента трансформации в пределах $\pm 2 \times 2,5\%$. Отпайки выполняются из медного провода марки МГ. Соединение отпайки и обмоточного провода осуществляется пайкой внутри обмотки при помощи специального припоя на основе кадмия.

Регулирование напряжения осуществляется переключением без возбуждения (ПБВ) отпайки трансформатора (**при полностью отключенном трансформаторе**) (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Регулирование напряжения стороны ВН при различных положениях переключателя

Положение переключателя	5	4	3	2	1
% регулирования	95,0	97,5	100,0	102,5	105,0
Регулирование для номинального напряжения ВН, В	14962,5	15356,2	15750	16143,7	16537,5

2.1.3 ОТВОДЫ

Отводы представляют собой промежуточные токоведущие элементы, обеспечивающие соединение обмоток с вводами и переключающим устройством в требуемую электрическую схему.

Соединения обмоток ВН и НН выполняются гибким медным проводом марки МГ. Изоляция отводов – маслостойкие силиконовые трубки. Отводы жестко закреплены на конструктивных элементах магнитопровода с помощью диэлектрических планок.

2.1.4 ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

В силовых трансформаторах регулирование напряжения производится без возбуждения, **при отключенном трансформаторе** рукояткой, установленной на крышке бака, путем соединения соответствующих ответвлений обмоток ВН.

2.1.5 БАК

Бак трансформатора представляет собой металлическую сварную конструкцию прямоугольной формы и состоит из следующих узлов:

- а) корпуса;
- б) крышки (конструктивно относится к активной части).

Корпус состоит из следующих узлов и деталей

- а) каркаса корпуса (верхней рамы);
- б) гофрированных стенок;
- в) дна.

К дну приварены два опорных швеллера. На дне баке предусмотрен вентиль для отбора пробы масла, кран для слива масла и два контакта заземления.

На крышке бака трансформатора ТМ установлены: вводы ВН и НН, привод переключателя, термометр, клапан сброса давления. На расширителе установлен электроконтактный стрелочный маслоуказатель.

Наружная поверхность корпуса окрашена полиэфирной порошковой краской светло-серого цвета.

Соединение крышки и корпуса бака в разъёме – болтовое, уплотнение разъёма – прокладки из маслобензостойкой резины.

2.1.6 ТРАНСФОРМАТОРНОЕ МАСЛО

Масло в трансформаторе выполняет две функции: электрической изоляции и передачи тепла от нагретых частей к охлаждающим устройствам.

Применяются трансформаторные масла марок ГК (ТУ 38.101.1025-85), ВГ (ТУ 38.401.978- 93).

Величина пробивного напряжения трансформаторного масла не менее 25 кВ/мм в трансформаторе.

Определение пробивного напряжения производится в стандартном ряднике в соответствии с ГОСТ 6581.

3 КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПОЛНЕНИЯ И КАТЕГОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ

Трансформаторы могут эксплуатироваться при внутренней и наружной установке в районах с умеренным или умеренно-холодным климатом, при этом:

- высота над уровнем моря не более 1000 м;
- режим работы – длительный;

- климатическое исполнение «У» или «УХЛ», категория размещения 1 по ГОСТ 15150.

Климатическое исполнение умеренное «У»:

температура окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 40°С ;
относительная влажность воздуха (по ГОСТ 15543.1) не более 80% при 15°С и 100% при 25°С.

Климатическое исполнение умеренно-холодное «УХЛ»:

температура окружающего воздуха от минус 60°С до плюс 40°С;
относительная влажность воздуха (по ГОСТ 15543.1) не более 80% при 15°С и 100% при 25°С.

Категория размещения 1 - наружная.

4 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ТРАНСФОРМАТОРАХ

4.1 СХЕМЫ И ГРУППЫ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК

Схема соединения обмоток трансформатора типа ТМ мощностью 2500 кВА класса напряжения 15 кВ приведена на рис. 4.1

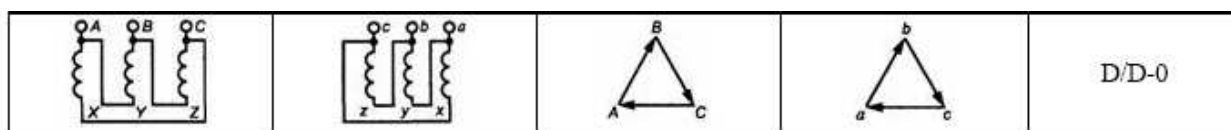


Рис. 4.1 Схема соединения трансформатора типа ТМ-2500/15.

4.2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБМОТОК

В трёхфазных обмотках трансформаторов различают фазное напряжение, приложенное к самим обмоткам, и линейное напряжение на выводах. В схеме соединения «треугольник» линейное напряжение равно фазному. Основные линейные номинальные электрические параметры трёхфазных трансформаторов служат для проведения расчётов сетевых режимов работы и строятся на основе однофазных схем замещения трансформаторов (рис. 4.2).

Сопротивление КЗ фазы трансформатора со стороны обмотки ВН:

$$Z_k = (u_k/100)U_{н1ф}^2/S_{н.ф}, \quad \text{Ом},$$

где u_k – напряжение короткого замыкания, % ,

$U_{н.ф}$ – фазное напряжение ВН, В ,

$S_{н.ф}$ – мощность на фазу трансформатора, ВА .

Активное сопротивление КЗ фазы трансформатора со стороны обмотки ВН:

$$R_k = P_{кф} / (I_H^2), \text{ Ом},$$

где $P_{кф}$ – потери короткого замыкания на фазу трансформатора, Вт,
 I_H – номинальный ток в обмотке ВН, А .

Индуктивное сопротивление КЗ фазы трансформатора со стороны обмотки ВН:

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2}, \text{ Ом} .$$

Сетевые **номинальные** электрические параметры силового масляного трансформатора типа ТМ мощностью 2500 кВА со стороны обмотки НН и ВН приведены в таблице 4.1.

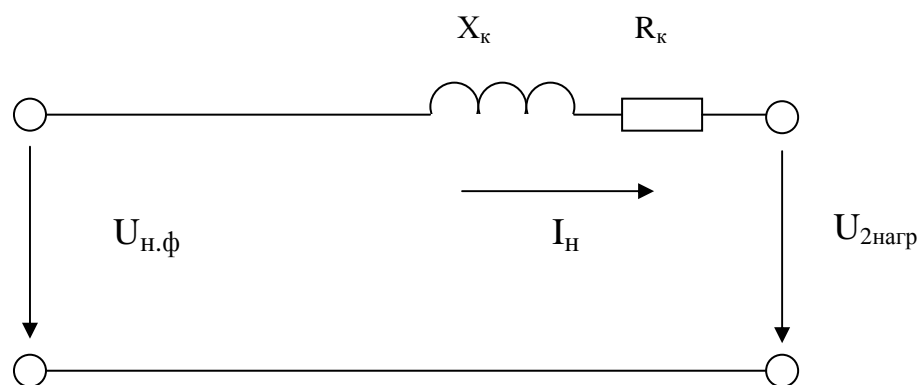


Рис. 4.2. Электрическая однофазная сетевая схема Замещения трансформатора

Таблица 4.1. Сетевые **номинальные** электрические параметры трансформатора со стороны обмотки НН и ВН (схема D/D-0)

Обозначение трансформатора		Фазные сопротивления короткого замыкания, Ом		
		Полное Z_k	Индуктивное X_k	Активное R_k
ТМ-2500/15	ВН: 15,75 кВ	8,6	8,51	1,24
	НН: 10,5 кВ	19,35	19,15	2,8
		Линейные токи короткого замыкания, кА		
		Установившийся, $I_{кз\text{ уст.}}$		Ударный, $I_{кз\text{ уд.}}$
	ВН: 15,75 кВ	1,39		3,21
	НН: 10,5 кВ	2,09		4,81

5 КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ, СИГНАЛЬНЫЕ, ЗАЩИТНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Контрольно-измерительные, сигнальные и защитные устройства предназначены для контроля состояния распределительного трансформатора при его эксплуатации. К ним относятся:

- маслоуказатели (указатели уровня масла в баке);
- предохранительные клапаны (клапаны сброса давления);
- термометры;
- газовые реле.

Эти устройства могут как входить в стандартный состав комплектации трансформатора, так и поставляться по требованию заказчика.

5.1 Маслоуказатель служит для контроля уровня масла в баке трансформатора при температурных изменениях его объема, связанных с изменением нагрузки трансформатора и температуры окружающей среды.

5.1.1 Маслоуказатели стрелочного типа **LA14** производства фирмы **С.О.М.Е.М (Италия)** (рис. 5.1) с электрическими контактами для связи с внешними сигнализирующими устройствами располагается на боковой стенке расширителя трансформаторов ТМ.



Рис. 5.1 Маслоуказатель стрелочного типа **LA14**

5.2 Термометр предназначен для контроля температуры верхних слоёв масла. Устанавливается на крышке бака в термометрическую трубку. Термометр поставляется в комплекте с трансформатором и устанавливается непосредственно на месте эксплуатации.

5.2.1 Термометр электроконтактный типа ТКП-100Эк-М1 (рис. 5.2) с электрическими контактами для связи с внешними сигнализирующими устройствами располагается на крышке бака.

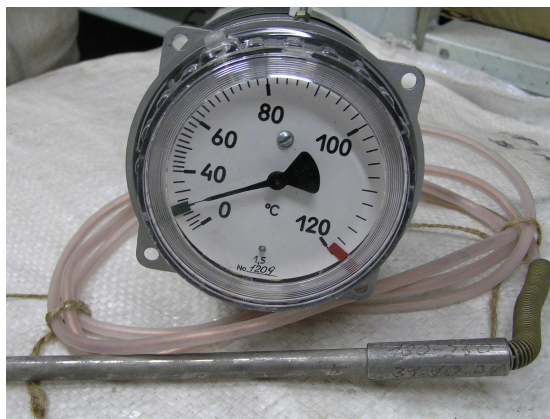


Рис. 5.2 Термометр электродный типа ТКП-100Эк-М1

Защитные устройства предназначены для предупреждения аварийных ситуаций и защиты от вредных воздействий окружающей среды.

5.3 Клапан сброса давления служит для защиты бака трансформатора от разрушения, связанного с ростом в нём внутреннего давления, которое возникает при разложении масла от электрической дуги и бурном выделении газов. Как только давление в баке достигает определённого для прибора значения, клапан открывается и давление в баке сбрасывается.

5.3.1 Предохранительный клапан (клапан сброса давления) (рис. 5.3) служит для защиты бака трансформатора от аварийного превышения давления.

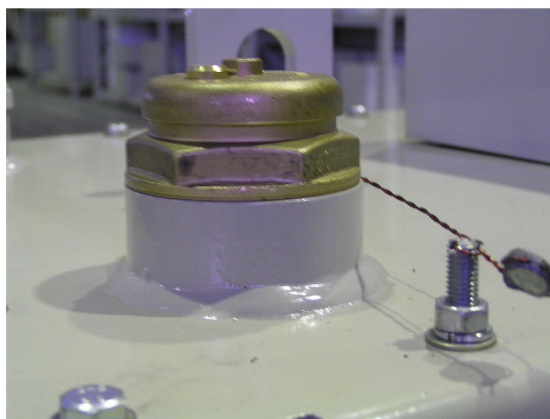


Рис. 5.3 Предохранительный клапан

5.4 Воздухоосушитель предназначен для очистки от влаги и загрязнений воздуха, поступающего в расширитель при температурных колебаниях. Представляет собой цилиндр, заполненный сорбентом для поглощения влаги из поступающего воздуха, привинчивается к трубке в низу расширителя

5.4.2 Воздухоосушитель EM1DB производства фирмы С.О.М.Е.М (Италия) (рис. 5.4) устанавливается на расширителе трансформатора и предназначен для защиты трансформаторного масла от увлажнения..



Рис. 5.4 Воздухоосушитель EM1DB

5.5 Газовое реле производства фирмы С.О.М.Е.М (Италия) (рис. 5.5) применяется для защиты и отключения масляных трансформаторов в случае образования газов в масле при искровом разряде или дуге между токоведущими и заземлёнными частями, при витковом коротком замыкании. Реле устанавливается на маслопроводе между баком и расширителем. Действующими элементами реле являются два поплавка, предназначенные для реагирования на заполнения реле газами, и заслонка клапана, работающая под действием струи масла. При возникновении дефекта газы, образующиеся в баке, поступают через маслопровод в полость реле. Верхний поплавок опускается и замыкает контакты вторичной цепи, действующей на сигнал. При дальнейшем поступлении в реле газа или воздуха начинает работать второй поплавок, действующий на отключение трансформатора.



Рис. 5.5 Газовое реле

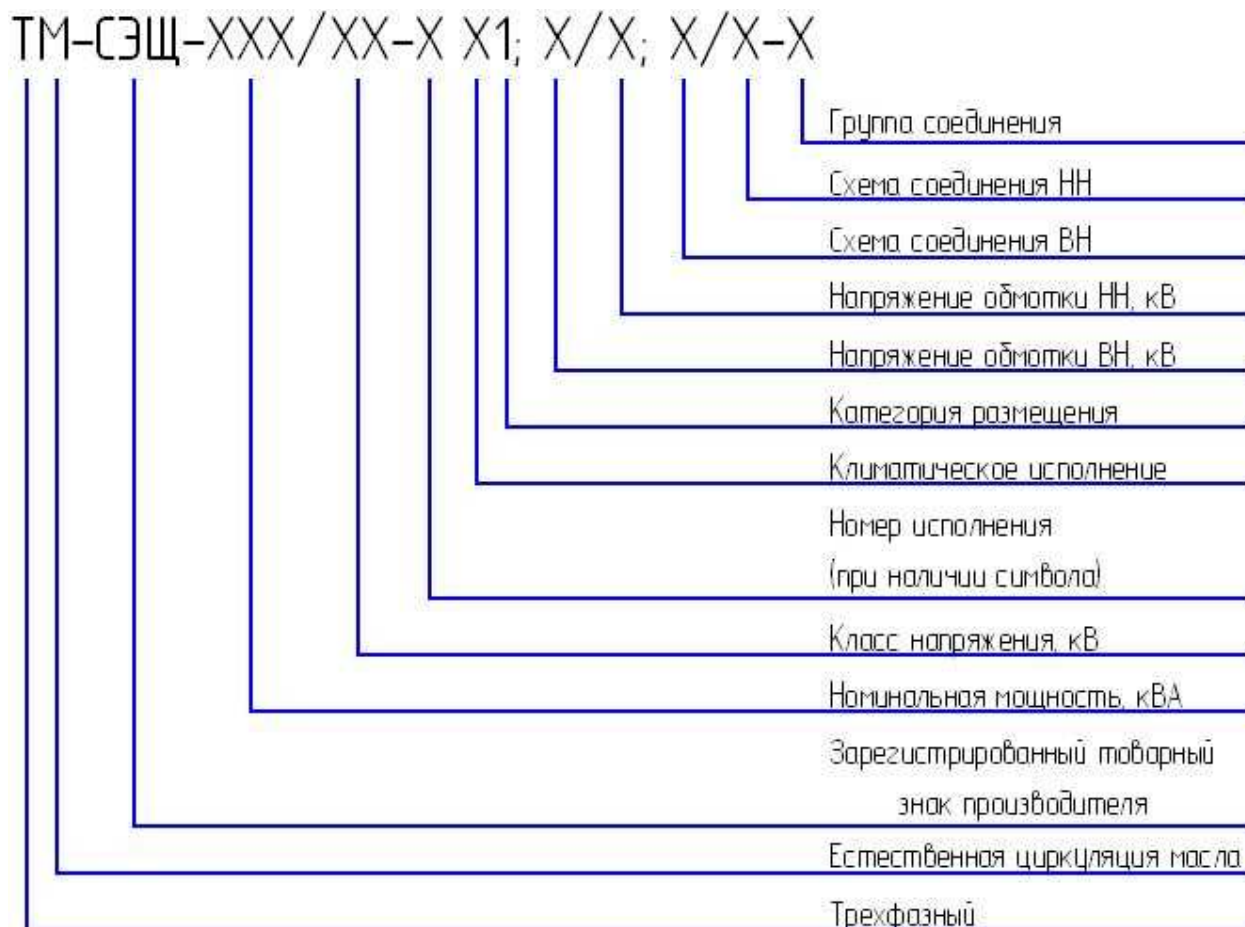
ПРИЛОЖЕНИЕ 1**СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

Рис. 1.1. Структурная схема обозначения трансформаторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРА**

ТМ-2500/15 УХЛ1

Таблица 2.1

Основные технические данные трансформатора ТМ-2500/15 УХЛ1

Обозначение	Номи- нальная мощ- ность, кВА	Схема и группа соедине- ния обмоток	Потери холос- того хода, Вт	Поте- ри ко- рот- кого замы-	Напря- жение корот- кого	Ток хо- лос- того хода,
ТМ-2500/15 УХЛ1	2500	D/D-0	3900	23500	6.5	1.0

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ГАБАРИТНЫЕ, УСТАНОВОЧНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ТРАНСФОРМАТОРА ТМ-2500/15 УХЛ1

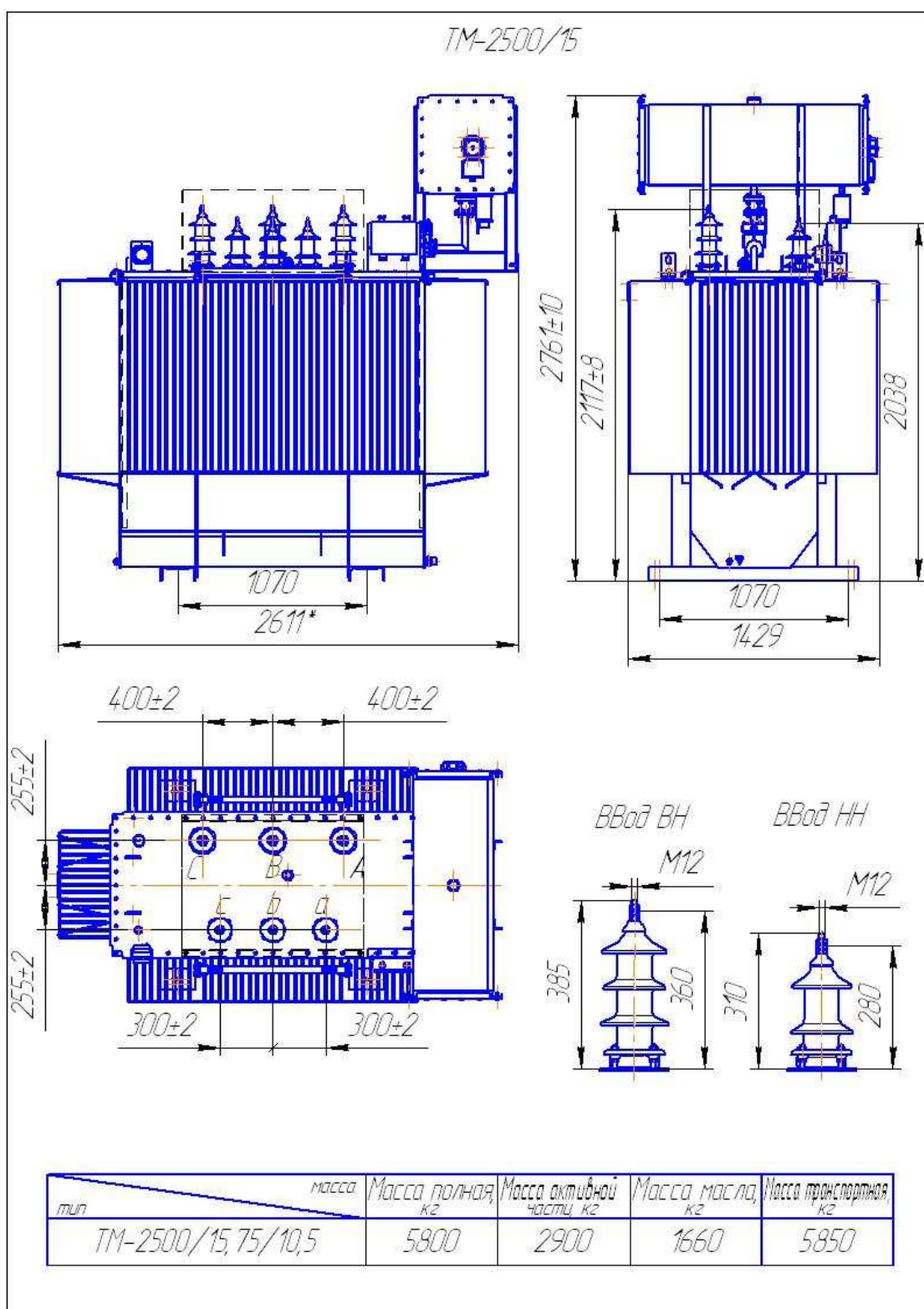


Рис. 3.1. Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформатора ТМ - 2500/15 УХЛ1