ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока»

ОКПД 2 27.11.42.000

Утвержден
ДЕНР.671240.001 РЭ-ЛУ

Трансформаторы напряжения заземляемые (ЗНОЛ.06, ЗНОЛ.07)

Руководство по эксплуатации

ДЕНР.671240.001 РЭ

Россия, 620043, г. Екатеринбург, ул. Черкасская, 25

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о назначении, конструкции, характеристиках заземляемых трансформаторов напряжения ЗНОЛ.06 и ЗНОЛ.07 (далее – «трансформаторы»), изготавливаемых для внутрироссийских поставок, эксплуатации на объектах ОАО «РЖД», для атомных станций (АС) и указания, необходимые для правильной их эксплуатации.

Трансформаторы, предназначенные для эксплуатации на объектах ОАО «РЖД» должны соответствовать СТО «РЖД» 07.003.

1 Нормативные ссылки

1.1 В настоящем руководстве по эксплуатации использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.216-2011 ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки

ГОСТ 9.014-78 ЕСЗКС. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования

ГОСТ 1516.3-96 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции

ГОСТ 1983-2015 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.

ГОСТ 3134-78 Уайт-спирит. Технические условия

ГОСТ 4751-73 Рым-болты. Технические условия

ГОСТ 8865-93 Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация

ГОСТ 10877-76 Масло консервационное К-17. Технические условия

ГОСТ 10434-82 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 28779-90 Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения воспламеняемости под воздействием источника зажигания

ГОСТ 30631-99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации

ГОСТ 32137-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний

ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 33757-2016 Поддоны плоские деревянные. Технические условия

ГОСТ CISPR 11-2017 Электромагнитная совместимость. Оборудование промышленное, научное и медицинское. Характеристики радиочастотных помех. Нормы и методы испытаний

ГОСТ IEC 61000-4-8-2013 Электромагнитная совместимость. Часть 4-8. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты

РД 34.45-51-300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования

СТО 34.01-23.1-001-2017 Объем и нормы испытаний электрооборудования

СТО РЖД 07.003-2024 Устройства электрификации и электроснабжения. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению продукции, предназначенной для использования в электроустановках.

Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (от 15.12.2020 г. № 903н).

НП-001-15 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций

НП-031-01 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций

Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Шестое издание.

2 Требования безопасности

2.1 При проведении всех работ должны выполняться правила техники безопасности, действующие на предприятии, эксплуатирующем трансформаторы.

При подготовке к эксплуатации и проведении технического обслуживания должны выполняться «Правила устройства электроустановок», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» и «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».

2.2 Требования безопасности при поверке трансформаторов – по ГОСТ 8.216.

2.3 Обязательно выполнить защитное заземление трансформаторов:

– ЗНОЛ.06 от 3 до 24 кВ с помощью четырех крепежных втулок, установленных в основании трансформатора;

– ЗНОЛ.06 на 27 и 35 кВ с помощью вывода заземления.

Вариант заземления вторичных обмоток определяется потребителем в соответствии со схемой вторичных присоединений трансформаторов.

2.4 Производство монтажных работ на трансформаторах без снятия напряжения с первичной обмотки не допускается.

3 Описание и работа трансформаторов

3.1 Назначение трансформаторов

Трансформаторы предназначены для применения в электрических цепях переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением от 0,66 до 35 кВ включительно с целью передачи сигнала измерительной информации приборам измерения, защиты, автоматики, сигнализации и управления.

Трансформаторы используются в электроэнергетике, в том числе для атомных станций (АС), и предназначены для установки в комплектные распределительные устройства (КРУ) внутренней установки или другие закрытые распреде-

лительные устройства (ЗРУ), а также для встраивания в токопроводы турбогенераторов.

Возможна установка и эксплуатация трансформаторов ЗНОЛ.06 от 3 до 24 кВ в блоках линейных и нулевых выводов.

Допускается длительная эксплуатация трансформаторов вне гарантированного класса точности, при нагрузке, не превышающей предельную мощность.

Трансформаторы ЗНОЛ.06 от 3 до 27 кВ и ЗНОЛ.07 изготавливаются в климатическом исполнении «У» категории размещения 3 по ГОСТ 15150, ЗНОЛ.06-35(27) - в климатическом исполнении «УХЛ» категории размещения 2.1 по ГОСТ 15150 и предназначены для эксплуатации в следующих условиях:

– высота установки над уровнем моря – не более 1000 м;

– верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, с учетом превышения температуры воздуха в токопроводе или КРУ, 40 ˚С;

– относительная влажность воздуха не более 98 % при 25 ˚С;

– нижнее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации, давление воздуха - согласно ГОСТ 15150, ГОСТ 15543.1;

– окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных паров в концентрациях, разрушающих покрытия, металлы и изоляцию (атмосфера типа II по ГОСТ 15150);

– отсутствие непосредственного воздействия солнечной радиации;

– рабочее положение трансформаторов в пространстве – любое.

Трансформаторы предназначены для эксплуатации в электроустановках, подвергающихся воздействию грозовых перенапряжений при обычных мерах грозозащиты, и имеют нормальную изоляцию уровня «б» по ГОСТ 1516.3, литую, класса нагревостойкости «В» по ГОСТ 8865 и класса воспламеняемости FH(ПГ) 1 по ГОСТ 28779. Изоляция трансформаторов ЗНОЛ.07 литая, класса нагревостойкости «Y» по ГОСТ 8865 и класса воспламеняемости FH (ПГ) 3 по ГОСТ 28779.

Трансформаторы соответствуют группе условий эксплуатации М6 по ГОСТ 30631.

Трансформаторы сейсмостойки при воздействии землетрясений интенсивностью 9 баллов по MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 70 м.

Высоковольтный вывод трансформаторов ЗНОЛ.06 должен выдерживать без механических повреждений воздействие нагрузки, направленной вдоль оси вывода, значения которой приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исполнение трансформатора	Растягивающая нагрузка, Н
ЗНОЛ.06-3, ЗНОЛ.06-6, ЗНОЛ.06.4-6	300
ЗНОЛ.06-10, ЗНОЛ.06.4-10, ЗНОЛ.06М-15	320
ЗНОЛ.06-15, ЗНОЛ.06М-20	330
ЗНОЛ.06-20, ЗНОЛ.06.4-20, ЗНОЛ.06М-24	350
ЗНОЛ.06-24	430
ЗНОЛ.06-27, ЗНОЛ.06-35, ЗНОЛ.06.4-35	620

Трансформаторы соответствуют требованиям устойчивости к электромагнитным помехам при воздействии магнитного поля промышленной частоты по ГОСТ IEC 61000-4-8, установленным для группы исполнения IV по ГОСТ 32137.

Трансформаторы удовлетворяют нормам индустриальных радиопомех, установленным в ГОСТ CISPR 11, класс А, группа 1.

Трансформаторы, предназначенные для поставки на АС, соответствуют классу безопасности 2Н (по согласованию с заказчиком), 3Н, 4Н по НП-001-15 и II категории сейсмостойкости по НП-031-01.

3.2 Технические характеристики

Основные технические характеристики трансформаторов приведены в таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение для исполнений											
	ЗНОЛ.06-3	ЗНОЛ.06-6	ЗНОЛ.06-10	ЗНОЛ.06-15	ЗНОЛ.06М-15	ЗНОЛ.06-20	ЗНОЛ.06М-20	ЗНОЛ.06-24	ЗНОЛ.06М-24	ЗНОЛ.06-27 У3	ЗНОЛ.06-27 УХЛ2.1	ЗНОЛ.06-35
Класс напряжения, кВ	3	6	10	15		20		24		27		35
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	3,6	7,2	12	17,5		24		26,5		30		40,5
Номинальное напряжение первичной обмотки, В	3000/√3 3300/√3	6000/√3 6300/√3 6600/√3 6900/√3	10000/√3 10500/√3 11000/√3	13800/√3 15750/√3		18000/√3 20000/√3		24000/√3		27000/√3	27500	35000/√3
Номинальное напряжение основной вторичной обмотки, В	100/√3 или 110/√3				100/√3	100/√3 или 110/√3	100/√3	100/√3 или 110/√3	100/√3	100/√3 или 110/√3	100	100/√3
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки, В	100/3 или 100 или 110/3* или 110*				100/3 или 100	100/3 или 100 или 110/3* или 110*	100/3 или 100	100/3 или 100 или 110/3* или 110*	100/3 или 100	100/3 или 100 или 110/3* или 110*	127	100/3
Классы точности основной вторичной обмотки по ГОСТ 1983	0,2; 0,5; 1; 3										0,2; 0,5; 1	
Номинальная мощность основной вторичной обмотки**, В·А, с коэффициентом мощности активно-индуктивной нагрузки 0,8; в классах точности:												
0,2	15	30	30	50	25	50	25	50	30	50	20	
0,5	30	50	75	75	50	75	50	75	50	75	60	
1	50	75	150	150	75	150	75	150	75	150	120	
3	150	200	300	300	200	300	200	300	200	300	-	

Окончание таблицы 2

Наименование параметра	Значение для исполнений											
	ЗНОЛ.06-3	ЗНОЛ.06-6	ЗНОЛ.06-10	ЗНОЛ.06-15	ЗНОЛ.06М-15	ЗНОЛ.06-20	ЗНОЛ.06М-20	ЗНОЛ.06-24	ЗНОЛ.06М-24	ЗНОЛ.06-27 У3	ЗНОЛ.06-27 УХЛ2.1	ЗНОЛ.06-35
Номинальная мощность дополнительной вторичной обмотки, В·А, с коэффициентом мощности активно-индуктивной нагрузки 0,8 в классе точности 3	150	200	300		200	300	200	300	200	300	100	
Предельная мощность вне класса точности, В·А	250	400	630		400	630	400	630	400	630	600	
Предельный допустимый длительный первичный ток, А	0,14	0,11	0,10	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,022	0,03
Климатическое исполнение и категория размещения	У3										УХЛ2.1	
Схема и группа соединения обмоток	1/1/1-0-0											
Номинальная частота переменного тока, Гц	50											

Примечания

1 * Только для трансформаторов с номинальным напряжением основной вторичной обмотки 110/√3 В.

2 ** Наибольшая возможная мощность для заданного класса точности. Возможно изготовление трансформаторов с меньшими значениями номинальных мощностей основной вторичной обмотки, выбираемых из ряда: 10, 15, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200.

3 Для систем коммерческого учета электроэнергии трансформаторы поставляются по заказу с одним классом точности и мощностью, указанной в заказе.

Таблица 3 - Основные параметры четырехобмоточных трансформаторов

Наименование параметра	Значение для исполнений						
	ЗНОЛ.06.4-6		ЗНОЛ.06.4-10		ЗНОЛ.06.4-20		ЗНОЛ.06.4-35
Класс напряжения, кВ	6		10		20		35
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2		12		24		40,5
Номинальное напряжение первичной обмотки, В	6000/√3		10000/√3		20000/√3		35000/√3
Номинальное напряжение первой вторичной обмотки, В	100/√3						
Номинальное напряжение второй вторичной обмотки, В	100/√3						
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки, В	100/3	100	100/3	100	100/3	100	100/3
Номинальная мощность первой вторичной обмотки, В·А, с коэффициентом мощности активно-индуктивной нагрузки 0,8 в классе точности 0,2 по ГОСТ 1983	10						
Номинальная мощность второй вторичной обмотки, В·А, с коэффициентом мощности активно-индуктивной нагрузки 0,8 в классе точности 0,5 по ГОСТ 1983	25	15	30	15	30	15	30
Номинальная мощность дополнительной вторичной обмотки, В·А, с коэффициентом мощности активно-индуктивной нагрузки 0,8 в классе точности 3 по ГОСТ 1983	200	50	200	50	200	50	200
Предельная мощность вне класса точности, В·А	400	160	400	160	400	160	400
Предельный допустимый длительный первичный ток, А	0,12	0,05	0,07	0,03	0,04	0,02	
Климатическое исполнение и категория размещения	У3						УХЛ2.1
Схема и группа соединения обмоток	1/1/1/1-0-0-0						
Номинальная частота переменного тока, Гц	50						

Таблица 4

Наименование параметра	Значение для исполнений		
	ЗНОЛ.07-0,38	ЗНОЛ.07-0,69	ЗНОЛ.07-1
Класс напряжения, кВ	0,66		1,00
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	0,72		1,10
Номинальное напряжение первичной обмотки, В	380/√3	690/√3	835/√3
Номинальное напряжение вторичной обмотки, В	100/√3		
Класс точности по ГОСТ 1983	0,2; 0,5; 1		
Номинальная мощность с коэффициентом мощности активно-индуктивной нагрузки cosφ = 0,8	10		
Предельная мощность, В·А	30		
Номинальная частота, Гц	50		
Климатическое исполнение и категория размещения	У3		
Схема и группа соединения обмоток	1/1 - 0		

3.3 Устройство

3.3.1 Трансформаторы являются однофазными двух-, трех- или четырехобмоточными (исполнения ЗНОЛ.06.4) электромагнитными устройствами с заземляемым выводом «Х» высоковольтной обмотки и представляют собой литой блок, в котором залиты обмотки и магнитопровод. Трансформаторы выполнены с неполной изоляцией заземляемого вывода «Х» первичной обмотки.

3.3.2 Магнитопровод стержневого типа, намотан из холоднокатаной электротехнической стали, разрезной. Обмотки расположены на магнитопроводе концентрически. Поверх первичной обмотки расположен медный экран, повышающий электрическую прочность трансформаторов при воздействии на них грозовых импульсов напряжения.

3.3.3 Основная вторичная обмотка предназначена для измерения, учета электроэнергии, дополнительная вторичная обмотка – для питания цепей защиты, автоматики, управления, сигнализации и для контроля изоляции сети.

3.3.4 Для исполнений ЗНОЛ.06.4 первая и вторая вторичные обмотки, которые используются как одновременно (только для исполнения ЗНОЛ.06.4-35), так и по отдельности, предназначены для измерения и учета электроэнергии, дополнительная вторичная обмотка – для питания цепей защиты, автоматики, управления, сигнализации и для контроля изоляции сети.

3.3.5 Обмотки с магнитопроводом залиты изоляционным компаундом, создающим монолитный блок, который обеспечивает электрическую прочность изоляции и защиту обмоток от проникновения влаги и от механических повреждений.

3.3.6 В центре верхней части трансформаторов расположен высоковольтный вывод «А» первичной обмотки. Выводы вторичных обмоток трансформаторов, узел заземления и заземляемый вывод «Х» первичной обмотки расположены в клеммнике передней торцевой части внизу трансформаторов. В трансформаторах ЗНОЛ.07 вывод «А» и «Х» расположены в верхней части.

3.3.7 Трансформаторы, предназначенные для встраивания в токопровод турбогенератора, снабжаются ножевыми втычными контактами, которые входят в комплект поставки трансформаторов.

3.3.8 На опорной поверхности трансформаторов класса напряжения от 3 до 24 кВ имеются четыре отверстия с резьбой М10 (для трансформаторов класса напряжения на 27 и 35 кВ – четыре отверстия диаметром 13 мм; для трансформаторов ЗНОЛ.07 - четыре втулки с резьбой М8), служащие для крепления трансформаторов на месте установки.

3.3.9 Для уменьшения габаритных размеров трансформаторов заземляемый вывод «Х» первичной обмотки имеет неполную изоляцию по ГОСТ 1983.

3.3.10 Габаритные, установочные, присоединительные размеры, масса и принципиальные электрические схемы трансформаторов приведены в приложениях А, Б и В.

3.4 Маркировка

3.4.1 Маркировка выводов первичной и вторичных обмоток, знака заземления по ГОСТ 21130 рельефная, расположенная на литом блоке трансформаторов и выполнена при заливке трансформаторов компаундом в форму.

3.4.2 Выводы имеют следующую маркировку:

– высоковольтный вывод первичной обмотки - «А»;

– заземляемый вывод первичной обмотки - «Х» с нанесенным рядом знаком заземления «⏚»;

– выводы основной вторичной обмотки - «а» и «х», для исполнений ЗНОЛ.06.4 выводы первой вторичной обмотки - «$а_1$» и «$х_1$», выводы второй вто-

ричной обмотки - «a_2» и «x_2»;

– выводы дополнительной вторичной обмотки - «$a_д$» и «$x_д$»;

– узел заземления - знак «⏚» (только для трансформаторов класса напряжения 27 и 35 кВ).

3.4.3 На трансформаторах имеется табличка технических данных с указанием основных технических характеристик.

4 Эксплуатация трансформаторов

4.1 Подготовка трансформаторов к эксплуатации

По прибытии на место установки осуществить разгрузку трансформаторов, распаковку и проверку комплектности.

Подъем и перемещение трансформаторов осуществлять с помощью рым-болта ГОСТ 4751, который вворачивается в высоковольтный вывод «А».

Произвести внешний осмотр каждого трансформатора для проверки отсутствия трещин и сколов изоляции, коррозии на металлических деталях.

Перед установкой трансформаторы тщательно протереть сухой ветошью для удаления пыли, грязи и влаги.

Трансформаторы установить на опорные конструкции. Место для установки должно обеспечивать удобный доступ к клеммникам выводов вторичных обмоток.

Подвести кабель к выводам вторичных обмоток и произвести необходимые электрические соединения, предварительно очистив все контактные поверхности от загрязнений сухой ветошью.

При монтаже и подключении трансформаторов следует соблюдать требования ГОСТ 10434 для контактных соединений по моменту затяжки в соответствии с таблицей 4а.

Таблица 4а

Диаметр резьбы, мм	Крутящий момент, Н·м	
	Болтов и винтов для контактных электрических соединений	Болтов для крепления трансформатора
М4	1,2±0,2	-
М6	2,5±0,5	2,5±0,5
М8	22±1,5	15±1,5
М10	30±1,5	20±1,5

М12	40±2	25±3

При присоединении кабелей к высоковольтному выводу первичной обмотки затяжку болтов (гаек) производить моментным индикаторным ключом.

Заземлить трансформаторы, присоединив к узлу заземления литого блока и к выводу «Х» контур заземления.

При использовании однофазных трансформаторов в трехфазной схеме необходимо заземлить нейтраль обмотки ВН через группу резисторов, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Тип трехфазной группы	Тип резистора	Количество, шт.
3хЗНОЛ.06-6, 3хЗНОЛ.06.4-6	С 5-35 В, 3 кОм, 100 Вт ±5%	3
3хЗНОЛ.06-10, 3хЗНОЛ.06.4-10	С 5-35 В, 2,4 кОм, 100 Вт ±5%	3

Клеммник выводов вторичных обмоток трансформаторов на 27 и 35 кВ закрыть защитной крышкой. После окончания работ установить колпачок и произвести пломбирование.

Пломбирование выводов вторичной измерительной обмотки (обеих вторичных обмоток для исполнений ЗНОЛ.06.4) производится после монтажа вторичных соединений уполномоченной на это службой.

4.2 Перед вводом в эксплуатацию трансформаторы должны быть подвергнуты испытаниям в объеме, установленном предприятием-изготовителем КРУ и нормативной документацией на КРУ в соответствии с разделом «Техническое обслуживание» настоящего РЭ.

Методы испытаний трансформаторов должны соответствовать ГОСТ 1983.

4.3 Эксплуатационные ограничения

4.3.1 Эксплуатация трансформаторов должна производиться в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» (ПТЭ) при следующих ограничениях:

– номинальные и предельные мощности, наибольшее рабочее напряжение не должны превышать значений, указанных в таблицах 2, 3 и 4;

– суммарные механические нагрузки не должны превышать значений, указанных в 3.1;

– значения механических внешних воздействующих факторов не должны превышать установленных ГОСТ 30631 для условий эксплуатации группы М6;

– предельный допустимый длительный ток первичной обмотки не должен превышать значений, указанных в таблицах 2 и 3;

– качество электроэнергии должно соответствовать требованиям ГОСТ 32144.

4.3.2 При размещении трансформаторов в комплектном распределительном устройстве должны быть выдержаны наименьшие допустимые расстояния между трансформатором и заземляемыми частями токопровода или КРУ (от залитых катушек трансформаторов в свету) и между осями трансформаторов разных фаз, указанные в таблице 6.

4.3.3 Для трансформаторов ЗНОЛ.06-35(27) расстояние от высоковольтного вывода первичной обмотки до шины КРУ должно быть не менее 110 мм.

Таблица 6

Исполнение трансформатора	Наименьшие допустимые расстояния, мм	
	между трансформатором и заземляемыми частями токопровода или КРУ	между осями трансформаторов разных фаз
ЗНОЛ.06-3, ЗНОЛ.06-6 ЗНОЛ.06.4-6	25	185
ЗНОЛ.06-10, ЗНОЛ.06.4-10, ЗНОЛ.06М-15	40	215
ЗНОЛ.06-15, ЗНОЛ.06М-20	90	265
ЗНОЛ.06-20, ЗНОЛ.06.4-20, ЗНОЛ.06М-24	110	305
ЗНОЛ.06-24	150	360
ЗНОЛ.06-27	360	425
ЗНОЛ.06-35, ЗНОЛ.06.4-35		375

4.3.4 При использовании однофазных трансформаторов в трехфазной группе недопустимо эксплуатировать их в несимметричном режиме. Нагрузка на каждой фазе должна быть распределена равномерно и находиться в диапазоне (25-100) % от номинальной.

4.3.5 При использовании трансформаторов как средство измерения, их вторичная нагрузка должна находиться в диапазоне (25-100) % от номинальной. Если трансформаторы используются как силовые, то нагрузка не должна быть ниже 25 % от номинальной, и разница по нагрузке между фазами не должна превышать 50 %.

4.3.6 Запрещается эксплуатировать трансформаторы при наличии коронирования в сети.

4.3.7 Запрещается в составе одной трехфазной группы эксплуатировать трансформаторы производства ОАО «СЗТТ» с трансформаторами других производителей.

4.3.8 Для трансформаторов на класс напряжения (3-10) кВ, эксплуатирующихся в составе трехфазной группы, для повышения устойчивости к феррорезонансу и воздействию перемежающейся дуги в дополнительные обмотки с номинальным напряжением 100/3 В, соединенные в разомкнутый треугольник, используемые для контроля изоляции сети, рекомендуется включать резистор сопротивлением 25 Ом, рассчитанный на длительное протекание тока 4А, или устройство защиты СЗТн (либо иное аналогичное, схожее по техническим характеристикам и параметрам оборудование для защиты от феррорезонанса).

4.3.9 Для трансформаторов на класс напряжения (15-35) кВ (за исключением 27 кВ) необходимо включать устройство защиты от феррорезонанса СЗТн-2 производства ОАО «СЗТТ» (либо иное аналогичное, схожее по техническим характеристикам и параметрам оборудование для защиты от феррорезонанса). Схему включения устройства СЗТн-2 смотри в руководстве по эксплуатации на СЗТн-2 ДЕНР.674361.002 РЭ.

Для трансформаторов, приобретенных или используемых с 08.2020 г. без устройства для защиты от феррорезонанса (СЗТн или СЗТн-2, или их аналога) выход из строя по данной причине влечет за собой отказ завода-изготовителя от гарантийных обязательств, ввиду нарушения потребителем условий эксплуатации оборудования, разработанных в соответствии с требованиями ПУЭ.

5 Поверка трансформаторов

5.1 Трансформаторы напряжения поверяются в соответствии с ГОСТ 8.216. Рекомендуемый межповерочный интервал – 8 лет.

6 Техническое обслуживание

6.1 При техническом обслуживании трансформаторов необходимо соблюдать требования, указанные в разделе «Требования безопасности» настоящего РЭ.

6.2 Работы по техническому обслуживанию следует проводить в сроки, установленные в ПТЭ. При отсутствии в ПТЭ таких указаний, сроки устанавливает техническое руководство предприятия, эксплуатирующего трансформатор.

При техническом обслуживании проводятся следующие работы:

– очистка трансформатора от пыли и грязи сухой ветошью, не оставляющей ворса или смоченной в уайт-спирите ГОСТ 3134;

– внешний осмотр каждого трансформатора с целью проверки отсутствия на поверхности изоляции трещин и сколов;

– проверка надежности контактных соединений;

– испытания, объем и нормы которых установлены СТО 34.01-23.1-001-2017 (на предприятиях, на которых не введен указанный СТО, допускается руководствоваться РД 34.45-51-300-97).

Методы испытаний – в соответствии с ПТЭ с учетом дополнительных указаний настоящего РЭ.

6.3 Указания и рекомендации по методам проведения испытаний трансформаторов и оценке их результатов:

– при категории П (при вводе в эксплуатацию нового электрооборудования и электрооборудования, прошедшего восстановительный или капитальный ремонт и реконструкцию на специализированном ремонтном предприятии) измерение сопротивления обмоток постоянному току. Измерение производится мостом постоянного тока, имеющего класс точности не ниже 0,5. Измеренное значение сопротивления не должно отличаться от указанного в паспорте более чем на ± 5 %;

– при категориях П, К (при капитальном ремонте на субъекте электроэнергетики) и М (между ремонтами) измерение сопротивления изоляции первичной обмотки. Измерение производится мегаомметром на **2500 В** (для трансформаторов, выпущенных до 2017 г., измерение производится мегаомметром на 1000 В), при этом напряжение прикладывается между соединенными вместе и изолированными от земли выводами «А» и «Х» и соединенными вместе и заземленными

выводами всех вторичных обмоток. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм (для трансформаторов ЗНОЛ.07- не менее 300 МОм);

– при категориях П, К и М измерение сопротивления изоляции вторичных обмоток. Измерение производится мегаомметром на **1000 В**, при этом напряжение прикладывается между каждой из вторичных обмоток и заземленными выводами всех остальных вторичных обмоток, а также между вторичными обмотками и крепежными втулками. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм (для трансформаторов ЗНОЛ.07- не менее 300 МОм);

– при категориях П, К и М измерение тока холостого хода. Измерение производится с помощью вольтметра и амперметра, со стороны основной (первой – для исполнений ЗНОЛ.06.4) вторичной обмотки при напряжении, равном 1,2 номинального. Вывод «Х» первичной обмотки должен быть заземлен. Измеренное значение не должно отличаться от указанного в паспорте более чем на ± 10 %;

– при категории П испытание электрической прочности изоляции вторичных обмоток повышенным напряжением промышленной частоты. Испытывать изоляцию между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом напряжением 5 кВ (для трансформаторов, выпущенных до 2017 г., и трансформаторов ЗНОЛ.07 - напряжением 3 кВ) в течение 1 минуты. Напряжение прикладывается к каждой из обмоток, замкнутых накоротко, другие вторичные обмотки при этом должны быть закорочены и заземлены. Первичная обмотка разомкнута, вывод «Х» заземлен (приложение Г, рисунок Г.1);

– при категории П испытание электрической прочности изоляции первичной обмотки индуктированным напряжением частотой 400 Гц в течение 15 секунд в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Класс напряжения трансформатора, кВ	Испытательное напряжение, кВ
0,66; 1	3
3	15
6	28
10	37
15	49
20	58
24	67
27	72
35	85,5

Трансформаторы должны возбуждаться со стороны одной из вторичных обмоток. Другие обмотки при этом остаются разомкнуты. Все выводы с обозначениями «x» («x_1», «x_2» – для исполнений ЗНОЛ.06.4), «$x_Д$», «X» и знаком заземления заземляются (приложение Г, рисунок Г.2).

Примечание - При отсутствии у потребителей источника напряжения повышенной частоты испытание трансформаторов, не вводившихся в эксплуатацию, допускается проводить напряжением 1,3 номинального при частоте 50 Гц, приложенному **к выводу «А»** от постороннего источника в течение 1 минуты в соответствии с таблицей 8. Вторичные обмотки при этом остаются разомкнуты. Все выводы с обозначениями «x» («x_1», «x_2» – для исполнений ЗНОЛ.06.4), «$x_Д$», «X» и знаком заземления заземляются (см. приложение Г, рисунок Г.3).

Таблица 8

Класс напряжения трансформатора, кВ	Номинальное напряжение первичной обмотки, В	Испытательное напряжение, кВ
0,66	380 690/√3	0,285 0,517
1	835/√3	0,627
3	3000/√3 3300/√3	2,2 2,5
6	6000/√3 6300/√3 6600/√3 6900/√3	4,5 4,7 5,1 5,2
10	10000/√3 10500/√3 11000/√3	7,5 7,8 8,2
15	13800/√3 15750/√3	10,3 11,8
20	18000/√3 20000/√3	13,5 15
24	24000/√3	18
27	27000/√3 27500	20,2 35,7
35	35000/√3	26,3

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПЫТЫВАТЬ ИЗОЛЯЦИЮ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИЛОЖЕННЫМ ПОСТОЯННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ!

По усмотрению предприятия, эксплуатирующего трансформаторы, объем работ по техническому обслуживанию может быть сокращен.

6.4 Отсутствие подтверждения проведения испытаний по категории П, в случае повреждения трансформатора в эксплуатации, влечет за собой отказ завода-изготовителя от гарантийных обязательств.

6.5 Трансформаторы неремонтопригодны. При несоответствии технических параметров трансформаторов настоящему РЭ, трансформаторы необходимо заменить.

7 Требования к подготовке персонала

7.1 Установка трансформаторов должна проводиться под руководством и наблюдением инженерно-технических работников рабочими, обученными выполнению необходимых операций и имеющими квалификационный разряд не ниже III.

7.2 При техническом обслуживании трансформатора и проведении его испытаний, работы должны проводиться обученным персоналом, прошедшим специальную подготовку и стажировку и допущенные к проведению испытаний в действующей электроустановке.

Бригада, проводящая техническое обслуживание и испытание, должна состоять не менее чем из двух человек, из которых производитель работ должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже IV, а остальные члены бригады - не ниже III.

8 Упаковка. Хранение

8.1 До установки на место эксплуатации трансформаторы в климатическом исполнении «УХЛ» должны храниться в условиях, соответствующих условиям хранения 5 ГОСТ 15150, а в исполнении «У» - условиям хранения 2 ГОСТ 15150.

8.2 Хранение и складирование трансформаторов может производиться в закрытых помещениях в упаковке или без нее.

8.3 При хранении трансформаторов без тары должны быть приняты меры против возможных повреждений.

8.4 Срок защиты трансформаторов консервационной смазкой, нанесенной на предприятии-изготовителе, составляет три года. Срок исчисляется от даты консервации, указанной в паспорте на изделие.

По истечении указанного срока металлические части подлежат переконсервации с предварительным удалением старой консервационной смазки. Консервацию проводить по ГОСТ 9.014 консервационным маслом К-17 ГОСТ 10877 или другим методом из предусмотренных ГОСТ 23216.

9 Транспортирование

9.1 Транспортирование трансформаторов возможно любым закрытым видом транспорта в условиях транспортирования Ж по ГОСТ 23216.

9.2 Трансформаторы отправляются с предприятия-изготовителя в ящиках или без индивидуальной упаковки в контейнерах и закрытых автомашинах. При этом трансформаторы должны быть жестко закреплены деревянными брусками, или с помощью других средств на месте установки с зазором не менее 10 мм между трансформаторами.

9.3 Погрузку, доставку и выгрузку трансформаторов рекомендуется производить с укрупнением грузовых мест – в транспортных пакетах. Для пакетирования применять деревянные поддоны по ГОСТ 33757.

9.4 Климатические факторы при транспортировании должны соответствовать условиям хранения 5 ГОСТ 15150 для трансформаторов исполнений «УХЛ» и условиям хранения 2 ГОСТ 15150 для трансформаторов исполнения «У».

9.5 Транспортирование в самолетах должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

9.6 При транспортировании должны быть приняты меры против возможных повреждений.

Подъем и перемещение трансформаторов ЗНОЛ.06 осуществлять при помощи рым-болта с резьбой М10 ГОСТ 4751, который вворачивается в отверстие высоковольтного вывода «А». Рым-болт в комплект поставки не входит.

При проведении такелажных работ необходимо принять меры против возможного повреждения поверхности трансформаторов.

10 Утилизация

10.1 При транспортировании, хранении, эксплуатации, испытании и утилизации трансформаторы не представляют вреда для окружающей природной среды и здоровья человека.

10.2 После окончания срока службы трансформаторы подлежат списанию и утилизации.

10.3 При утилизации должны быть выполнены следующие рекомендации:

- металлические составные части трансформатора (медь, сталь электротехническая и конструкционная), высвобожденные механическим путем, должны быть переданы на предприятия, производящие переработку (утилизацию) цветных и черных металлов;
- фрагменты литой изоляции, электроизоляционный картон и другие изоляционные материалы, отходы упаковочной пены, не подлежащие переработке, должны быть переданы на полигон промышленных или твердых бытовых отходов для размещения;
- отходы упаковочных картона, пленки и бумаги должны быть переданы на предприятия, производящие утилизацию данных видов отходов;
- отходы упаковочной деревянной тары подлежат как утилизации, так и размещению на полигоне промышленных или твердых бытовых отходов.

11 Методика измерений

11.1 Принцип действия трансформатора основан на явлении электромагнитной индукции, заключается в преобразовании напряжения промышленной частоты в напряжение для измерения. Трансформаторы относятся к измерительным трансформаторам. В трансформаторе осуществляется преобразование первичного высокого напряжения частоты 50 Гц в низкое напряжение, используемое для питания устройств релейной защиты, автоматики и измерений, а также счетчиков учета электрической энергии. Преобразование осуществляется с погрешностями, не выходящими за классы точности, присвоенными обмоткам данного трансформатора. Схема включения трансформатора в электрическую цепь приведена на рис.1.

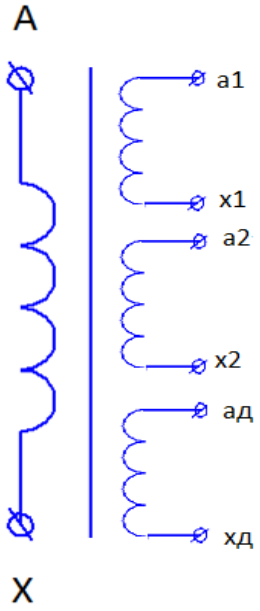


Рисунок 1 - Схема включения

где:

- А и **Х** – начало и конец первичной обмотки;

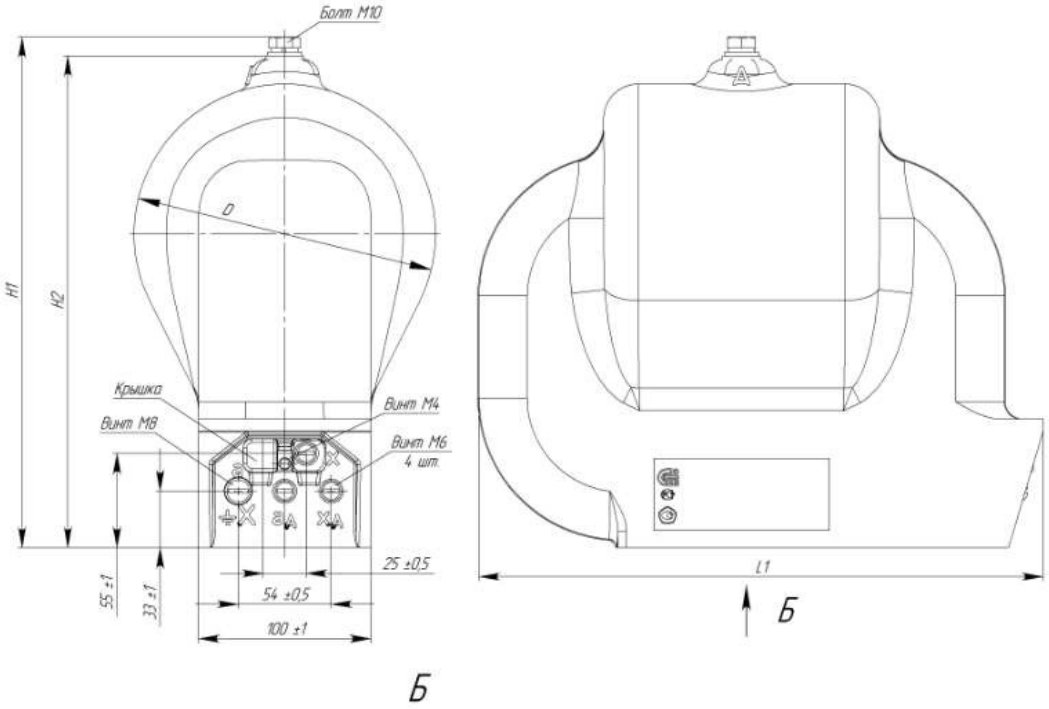
- а1-х1 - основная вторичная обмотка;

- а2-х2 - основная вторичная обмотка;

- ад-хд - дополнительная вторичная обмотка.

Приложение А
(обязательное)

Габаритные, установочные, присоединительные размеры, масса и принципиальные электрические схемы трансформаторов ЗНОЛ.06 до 24 кВ



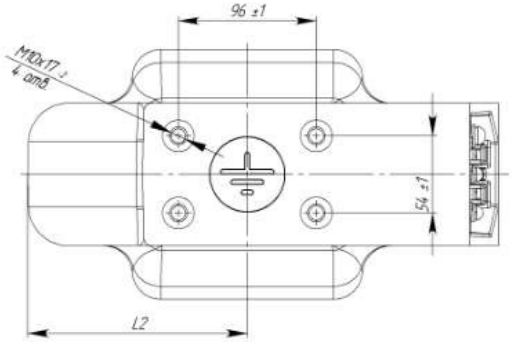


Рисунок А.1

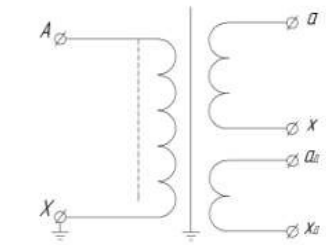


Рисунок А.2 Принципиальная электрическая схема трансформаторов ЗНОЛ.06

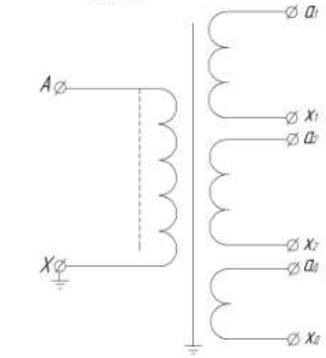


Рисунок А.3 Принципиальная электрическая схема для исполнений ЗНОЛ.06.4

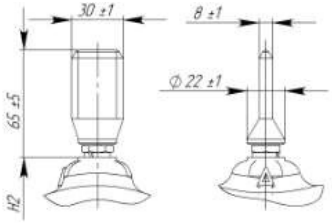


Рисунок А.4 Исполнение высоковольтного вывода трансформаторов для токопроводов (остальное см. рисунок А.1)

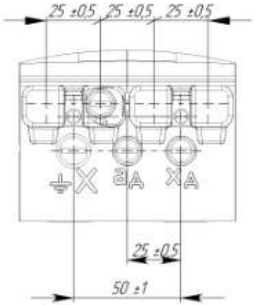


Рисунок А.5 Клеммник для четырехобмоточных трансформаторов (остальное см. рисунок А.1)

Таблица А.1

Исполнение трансформатора	Размеры, мм					Масса, кг
	H1	H2	L1	L2	D	
ЗНОЛ.06-3 ЗНОЛ.06-6 ЗНОЛ.06.4-6	298±5	287^{+5}_{-3}	328^{+5}_{-3}	153±2	160±3	26,5
ЗНОЛ.06-10* ЗНОЛ.06.4-10 ЗНОЛ.06М-15					175±3	28,5
ЗНОЛ.06-15 ЗНОЛ.06М-20	314±5	303^{+5}_{-3}			195±3	29,5
ЗНОЛ.06-20 ЗНОЛ.06.4-20 ЗНОЛ.06М-24	341±5	330^{+5}_{-3}			205±3	32,5
ЗНОЛ.06-24	348±5	337^{+5}_{-3}	338^{+5}_{-3}	163±2	240±3	40,5

Примечание - * Трансформаторы с номинальным первичным напряжением 11000/√3 В для АС изготавливаются с размерами, соответствующими трансформаторам ЗНОЛ.06-15

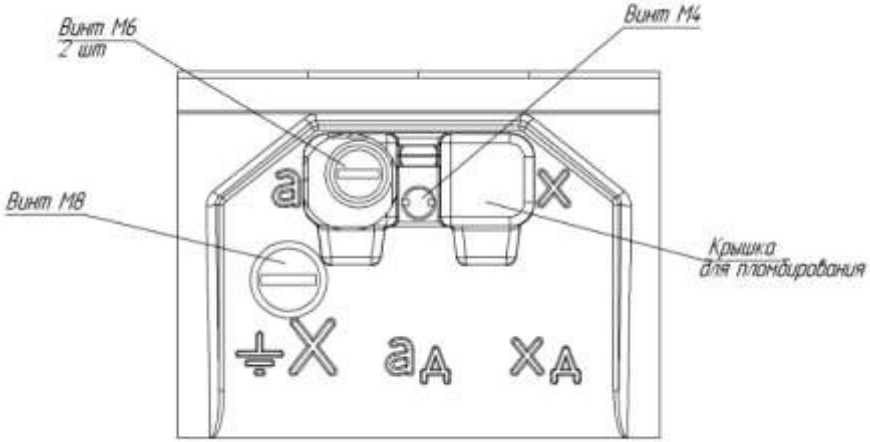


Рисунок А.6 – Клеммник для двухобмоточных трансформаторов (остальное см. рисунок А.1)

Приложение Б
(обязательное)

Габаритные, установочные, присоединительные размеры, масса и принципиальные электрические схемы трансформаторов ЗНОЛ.06 от 27 до 35 кВ

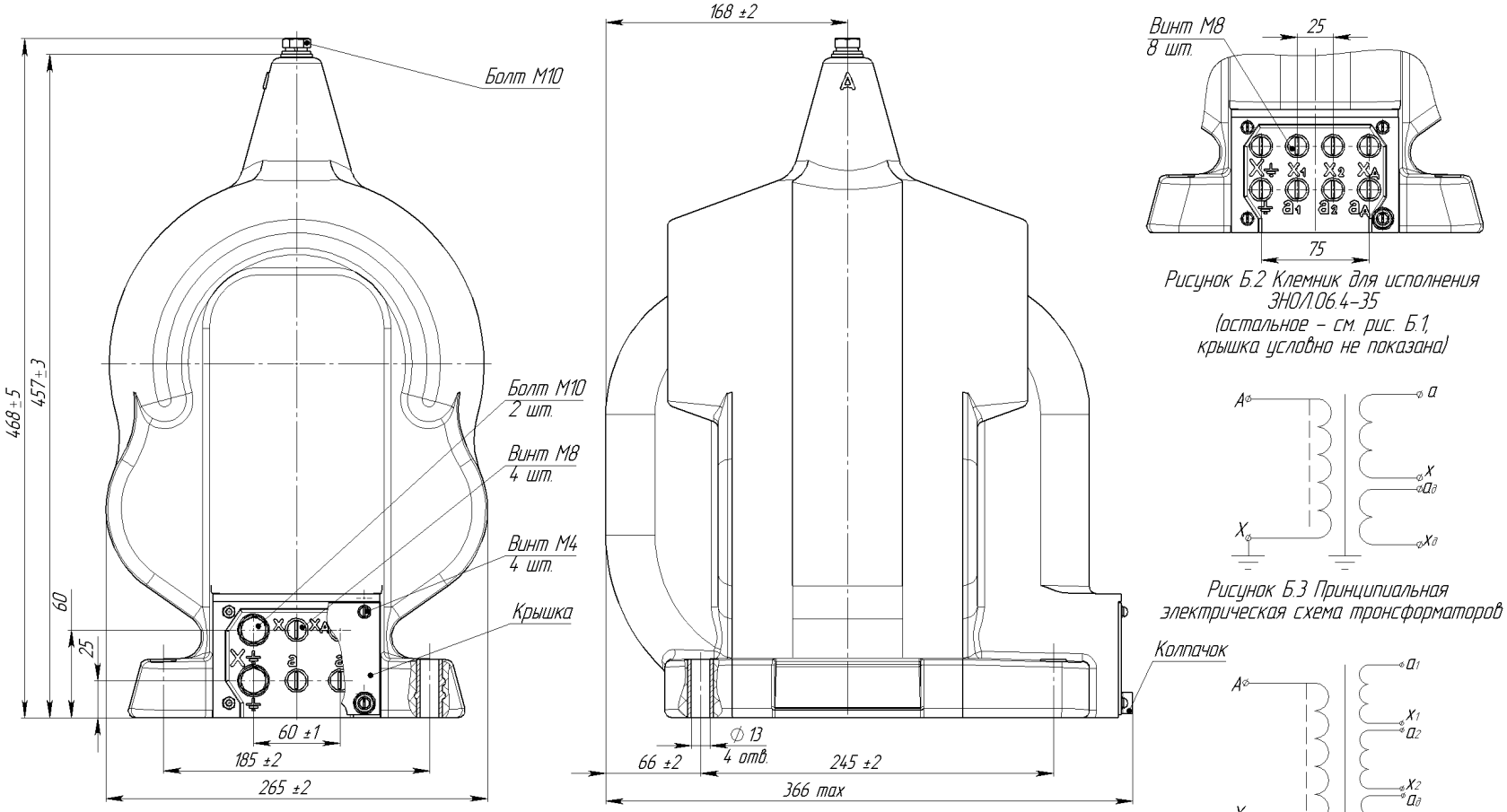


Рисунок Б.1

Рисунок Б.2 Клемник для исполнения ЗНОЛ.06.4-35 (остальное – см. рис. Б.1, крышка условно не показана)

Рисунок Б.3 Принципиальная электрическая схема трансформаторов

Рисунок Б.4 Принципиальная электрическая схема трансформатора ЗНОЛ.06.4-35

Таблица Б.1

Исполнение трансформатора	Номинальное первичное напряжение, В	Масса, кг max	Рис.
ЗНОЛ.06-27	27500	57,5	Б.1
	27000/√3	61	
ЗНОЛ.06-35	35000/√3	54,5	
ЗНОЛ.06.4-35		57,5	Б.2

Приложение В
(обязательное)

Габаритные, установочные, присоединительные размеры, масса и принципиальная электрическая схема трансформаторов ЗНОЛ.07

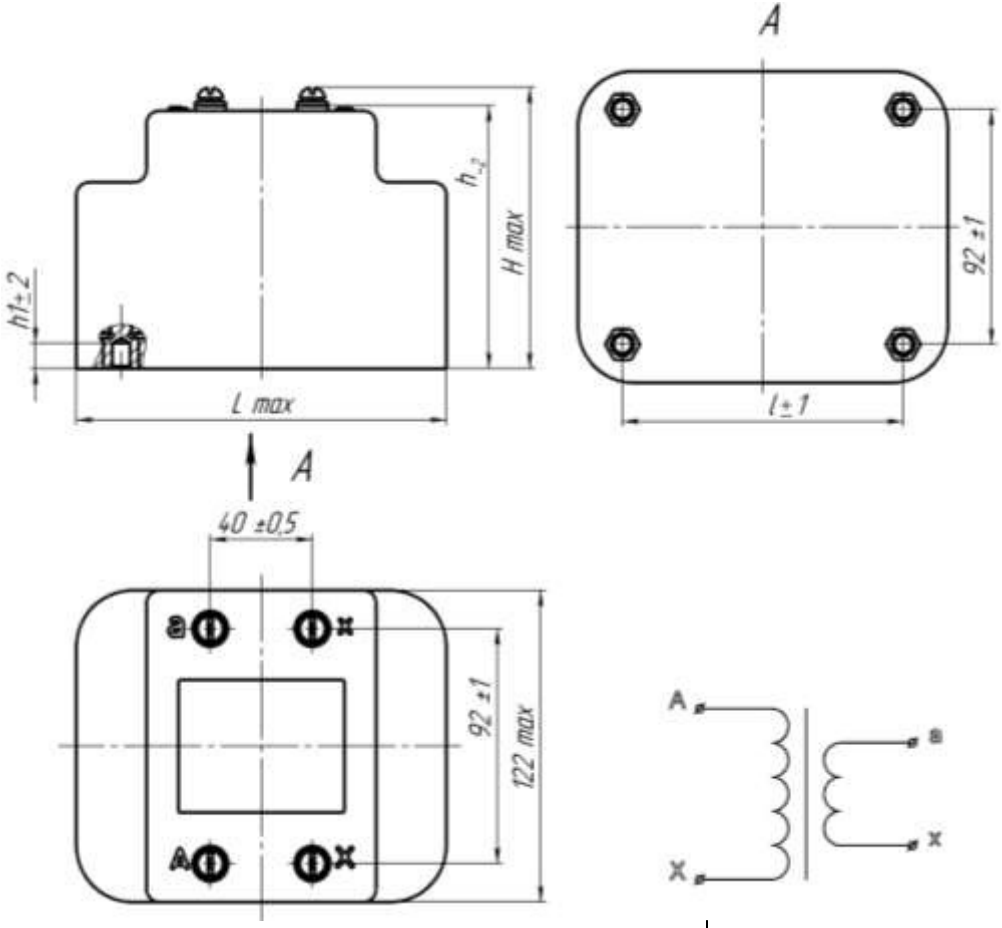


Рисунок В.1

Рисунок В.2 Принципиальная электрическая схема

Таблица В.1

Исполнение трансформатора	Размеры, мм					Масса, max, Кг
	L	l	H	h	h1	
ЗНОЛ.07- 0,38	140	110	114	103	8	4,3
ЗНОЛ.07- 0,69 ЗНОЛ.07- 1	146	116	124	113	13	4,8

Приложение Г
(обязательное)

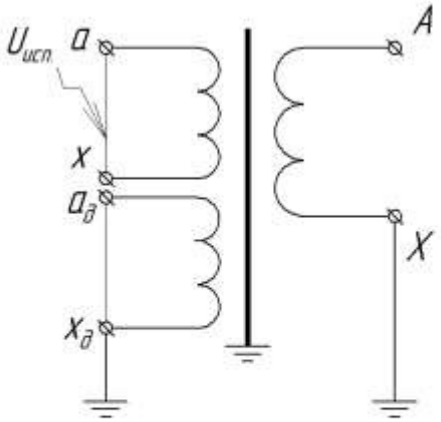


Рисунок Г.1 Схема испытания электрической прочности изоляции вторичных обмоток трансформатора приложенным напряжением промышленной частоты

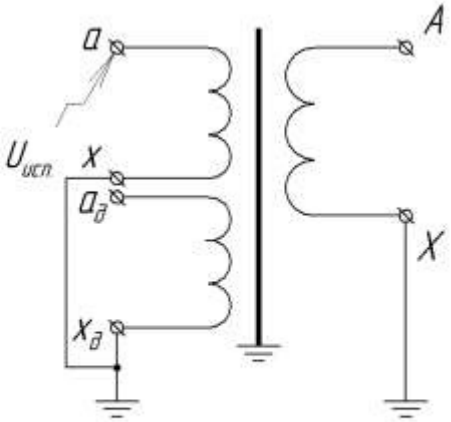


Рисунок Г.2 Схема испытания электрической прочности изоляции первичной обмотки трансформатора индуктированным напряжением частотой 400 Гц

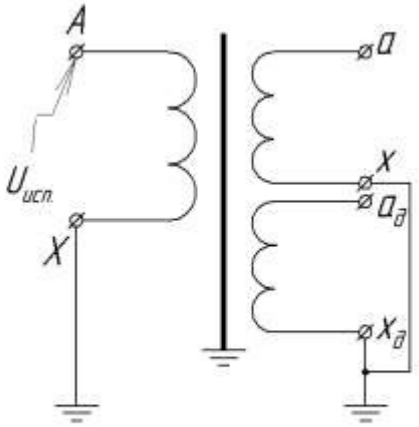


Рисунок Г.3 Схема испытания электрической прочности изоляции первичной обмотки трансформатора приложенным напряжением 1,3 номинального при частоте 50 Гц