

ЗАО «Завод низковольтного и высоковольтного оборудования»

Утвержден

1СЯ.750.009 РЭ – ЛУ

Трансформаторы напряжения серии
ЗНОЛ.06

Руководство по эксплуатации

1СЯ.750.009 РЭ



428000, Чувашия, Чебоксары, Президентский бульвар, 31
Тел /факс (8352)62-88-22, 62-88-48, 62-88-66

Настоящее руководство по эксплуатации содержит сведения о назначении, конструкции, характеристиках трансформаторов напряжения серии ЗНОЛ.06 (далее трансформаторы), предназначенных для нужд электроэнергетики, для атомных станций (АС), и указания, необходимые для правильной их эксплуатации.

1 Нормативные ссылки

В настоящем руководстве по эксплуатации использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.216-88 Государственная система обеспечения единства измерений. 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 1983-2001 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 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

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 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

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 при воздействии источника зажигания

ГОСТ Р 50648-94 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 50746-2000 Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51318.11-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Нормы и методы испытаний

РД 34.20.501-95 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации

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

ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок

НП-001-97 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ 88/97

НП-031-01 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций

Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. 2004 г.

Правила устройства электроустановок. Шестое издание. 2006 г.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. 2003 г.

2 Требования безопасности

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

2.2 Требования безопасности при поверке трансформаторов – по ГОСТ 8.216.

2.3 Обязательно выполнить заземление трансформаторов:

- ЗНОЛ.06 от 3 до 24 кВ с помощью вывода «Х» первичной обмотки;
- ЗНОЛ.06 на 27 кВ с помощью отдельного контакта со знаком земли и вывода «Х» первичной обмотки!

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

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

3 Описание и работа трансформаторов

3.1 Назначение трансформаторов

Трансформаторы серии ЗНОЛ.06 изготавливаются для нужд электроэнергетики, в том числе для атомных станций (АС). Трансформаторы устанавливаются в комплектные распределительные устройства (КРУ), токопроводы и служат для передачи сигнала измерительной информации приборам измерения, защиты, автоматики, сигнализации и управления в электрических установках переменного тока частоты 50 Гц.

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

Трансформаторы изготавливаются классов напряжения от 3 до 27 кВ в климатическом исполнении У категории размещения 3 по ГОСТ 15150 и предназначены для эксплуатации в следующих условиях:

- высота установки над уровнем моря – не более 1000 м;
- температура окружающего воздуха, с учетом превышения температуры воздуха в токопроводе или КРУ при нагрузке трансформаторов предельной мощностью, от минус 45 °С до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха 98 % при 25 °С;
- допускается использование трансформаторов при температуре окружающего воздуха не более 65 °С с номинальной мощностью в классе точности 0,5;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию (атмосфера типа II по ГОСТ 15150);
- рабочее положение трансформаторов в пространстве – любое.

Трансформаторы предназначены для эксплуатации в электроустановках, подвергающихся воздействию грозových перенапряжений при обычных мерах грозозащиты, и имеют нормальную изоляцию уровня «б» по ГОСТ 1516.3 класса нагревостой-

кости «В» по ГОСТ 8865 и класса воспламеняемости FH(ПГ) 1 по ГОСТ 28779.

Трансформаторы соответствуют группе условий эксплуатации М6 по ГОСТ 17516.1.

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

Трансформаторы соответствуют требованиям устойчивости к электромагнитным помехам при воздействии магнитного поля промышленной частоты по ГОСТ Р 50648, установленным для группы исполнения IV по ГОСТ Р 50746.

Трансформаторы удовлетворяют нормам промышленных радиопомех, установленным в ГОСТ Р 51318.11 класс А, группа 1.

Трансформаторы, предназначенные для поставки на АС, соответствуют классу безопасности ЗН по НП-001-97 и II категории сейсмостойкости по НП-031-01.

3.2 Технические характеристики

3.2.1 Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

3.3 Устройство

Трансформаторы являются однофазными трехобмоточными конструкциями с заземляемым выводом «Х» высоковольтной обмотки и представляют собой литой блок, в котором залиты обмотки и магнитопровод.

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 грозových импульсов напряжения.

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

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

Таблица 1

Наименование параметра	Значение для типов						
	ЗНОЛ.06-6		ЗНОЛ.06-10	ЗНОЛ.06-15	ЗНОЛ.06-20	ЗНОЛ.06-24	ЗНОЛ.06-27
Класс напряжения, кВ	3	6	10	15	20	24	27
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	3,6	7,2	12	17,5	24	26,5	30
Номинальное напряжение первичной обмотки, В	3000/√3	6000/√3	10000/√3	13800/√3	18000/√3	24000/√3	27000/√3
	3300/√3	6300/√3	10500/√3	15750/√3	20000/√3		
Номинальное напряжение основной вторичной обмотки, В		6900/√3	11000/√3				
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки, В				100/√3			
Номинальная мощность с коэффициентом мощности активной индуктивной нагрузки 0,8, В·А:				100/3 или 100			
классе точности 0,2	15	30		50			
в классе точности 0,5	30	50		75			
в классе точности 1	50	75		150			
в классе точности 3	150	200		300			
Номинальная мощность дополнительной вторичной обмотки с коэффициентом мощности активной индуктивной нагрузки 0,8 в классе точности 3, В·А	150	200		300			
Предельная мощность вне класса точности, В·А	250	400		630			
Предельный допустимый длительный первичный ток, А	0,14	0,11	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04
Схема и группа соединения обмоток	1/1/1-0-0						
Номинальная частота, Гц	50						

На приливе в центре верхней части трансформаторов расположен высоковольтный вывод «А» первичной обмотки. Выводы вторичных обмоток трансформаторов и заземляемый вывод «Х» расположены в клеммнике передней торцевой части внизу трансформаторов.

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

На опорной поверхности трансформаторов класса напряжения от 3 до 24 кВ имеются четыре отверстия с резьбой М10 (для трансформаторов на 27 кВ - четыре отверстия диаметром 14 мм), служащие для крепления трансформаторов на месте установки.

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

3.4 Маркировка

- высоковольтный вывод первичной обмотки – «А»;
- заземляемый вывод первичной обмотки – «Х» с нанесенным рядом знаком земли « $\perp$ »;
- выводы основной вторичной обмотки – «а» и «х»;
- выводы дополнительной вторичной обмотки – «а_д» и «х_д»;
- узел заземления – со знаком « $\perp$ » (для исполнения ЗНОЛ.06-27).

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.

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.

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.

4.2 Пломбирование выводов вторичной измерительной обмотки производится после монтажа вторичных соединений уполномоченной на это службой.

4.3 Эксплуатационные ограничения

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

- наибольшее рабочее напряжение не должно превышать значений, указанных в таблице 1;
- предельный допустимый длительный ток первичной обмотки не должен превышать значений, указанных в таблице 1;
- качество электроэнергии должно соответствовать требованиям ГОСТ 13109.

При размещении трансформатора в комплектном распределительном устройстве должны быть выдержаны наименьшие допустимые расстояния между трансформатором и заземляемыми частями токопровода или КРУ (от залитых катушек трансформаторов в свету):

ЗНОЛ.06-6 25 мм;

ЗНОЛ.06-10	40 мм;
ЗНОЛ.06-15	90 мм;
ЗНОЛ.06-20	110 мм;
ЗНОЛ.06-24	150 мм;
ЗНОЛ.06-27	360 мм.

Наименьшие допустимые расстояния между осями трансформаторов разных фаз:

ЗНОЛ.06-6	185 мм;
ЗНОЛ.06-10	215 мм;
ЗНОЛ.06-15	265 мм;
ЗНОЛ.06-20	305 мм;
ЗНОЛ.06-24	360 мм;
ЗНОЛ.06-27	425 мм.

5 Поверка трансформаторов

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

6 Техническое обслуживание

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

6.2 Работы по техническому обслуживанию следует проводить в сроки, установленные в ПТЭ и ПТЭЭП. При отсутствии в ПТЭ и ПТЭЭП 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 РД 34.45-51-300-97.

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

6.3 Указания и рекомендации по методам проведения испытаний трансформаторов и оценке их результатов (при испытании электрической прочности изоляции трансформаторов и при определении тока холостого хода **вывод «Х» должен быть заземлен!**):

- 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 $\pm 5 \%$;
- измерение сопротивления изоляции первичной обмотки. Измерение производится мегаомметром на 1000 В, при этом напряжение прикладывается между соединенными вместе и изолированными от земли выводами «А» и «Х» и соединенными вместе заземленными выводами всех вторичных обмоток. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм;
- 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;
- измерение тока холостого хода. Измерение производится с помощью вольтметра и амперметра со стороны основной вторичной обмотки при напряжении, равном 1,2 номинального. Вывод «Х» заземлен. Измеренное значение не должно отличаться от указанного в паспорте более чем на $\pm 10 \%$;
- испытание электрической прочности изоляции вторичных обмоток повышенным напряжением промышленной частоты. Испытывать изоляцию между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом напряжением 3 кВ в течение 1 минуты. Напряжение прикладывается к каждой из обмоток, замкнутых накоротко, другая вторичная обмотка при этом должна быть закорочена и соединена с заземленными частями трансформатора. Первичная обмотка разомкнута, вывод «Х» заземлен (см. приложение В, рис. В.1);

- испытание электрической прочности изоляции первичной обмотки индуктированным напряжением частотой 400 Гц в течение 15 секунд в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Тип трансформатора	Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ
ЗНОЛ.06-6	3	15
ЗНОЛ.06-6	6	28
ЗНОЛ.06-10	10	37
ЗНОЛ.06-15	15	49
ЗНОЛ.06-20	20	58
ЗНОЛ.06-24	24	67
ЗНОЛ.06-27	27	72

Трансформатор должен возбуждаться со стороны одной из вторичных обмоток. Другие обмотки при этом остаются разомкнуты. Выводы с обозначениями «х», «х_д», «Х» и знаком « $\perp$ » заземляются (см. приложение В, рис. В.2).

Примечание - При отсутствии у потребителей источника напряжения повышенной частоты испытание трансформатора 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 3. Вторичные обмотки при этом остаются разомкнуты. Выводы с обозначениями «х», «х_д», «Х» и знаком « $\perp$ » заземляются (см. приложение В, рис. В.3).

Таблица 3

Тип трансформатора	Класс напряжения, кВ	Номинальное напряжение первичной обмотки, В	Испытательное напряжение, кВ
ЗНОЛ.06-6	3	3000/ $\sqrt{3}$ 3300/ $\sqrt{3}$	2,2 2,5
ЗНОЛ.06-6	6	6000/ $\sqrt{3}$ 6300/ $\sqrt{3}$ 6600/ $\sqrt{3}$ 6900/ $\sqrt{3}$	4,5 4,7 5,1 5,2
ЗНОЛ.06-10	10	10000/ $\sqrt{3}$ 10500/ $\sqrt{3}$ 11000/ $\sqrt{3}$	7,5 7,8 8,2
ЗНОЛ.06-15	15	13800/ $\sqrt{3}$ 15000/ $\sqrt{3}$ 15750/ $\sqrt{3}$	10,3 11,2 11,8

Окончание таблицы 3

Тип трансформатора	Класс напряжения, кВ	Номинальное напряжение первичной обмотки, В	Испытательное напряжение, кВ
ЗНОЛ.06-20	20	18000/ $\sqrt{3}$ 20000/ $\sqrt{3}$	13,5 15
ЗНОЛ.06-24	24	24000/ $\sqrt{3}$	18
ЗНОЛ.06-27	27	27000/ $\sqrt{3}$	20,2

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

6.4 Трансформаторы не требуют ремонта за весь срок службы. 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 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 должны храниться в условиях, соответствующих условиям хранения 2 ГОСТ 15150.

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

8.3 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 маслом К-17 ГОСТ 10877 или другим консервантом из предусмотренных ГОСТ 23216.

9 Транспортирование

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

9.2 Климатические факторы при транспортировании должны соответствовать условиям хранения 6 ГОСТ 15150.

9.3 Транспортирование в самолетах должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

9.4 При транспортировании должны быть приняты меры против возможных повреждений.

Подъем и перемещение трансформаторов 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 Санитарно-гигиенические требования

10.1 Трансформаторы при номинальных режимах работы соответствуют санитарно - гигиеническим правилам и нормам:

- СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»;
- ГН 2.2.5.1313-03 «Предельные допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»;

- ГН 2.2.5.1314-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»;
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
- СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

ЗАО "Завод
Низковольтного и
Высоковольтного
Оборудования"

Приложение А (обязательное)

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

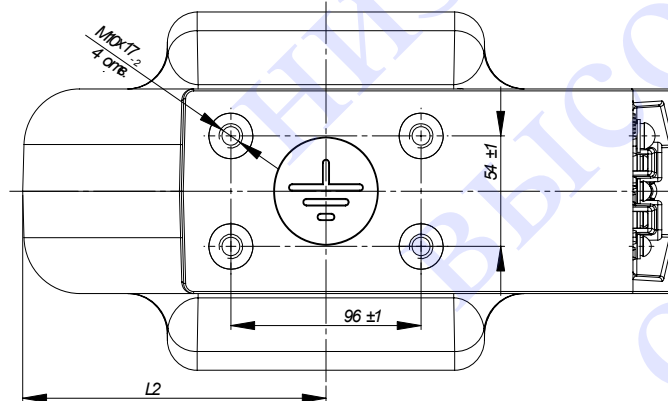
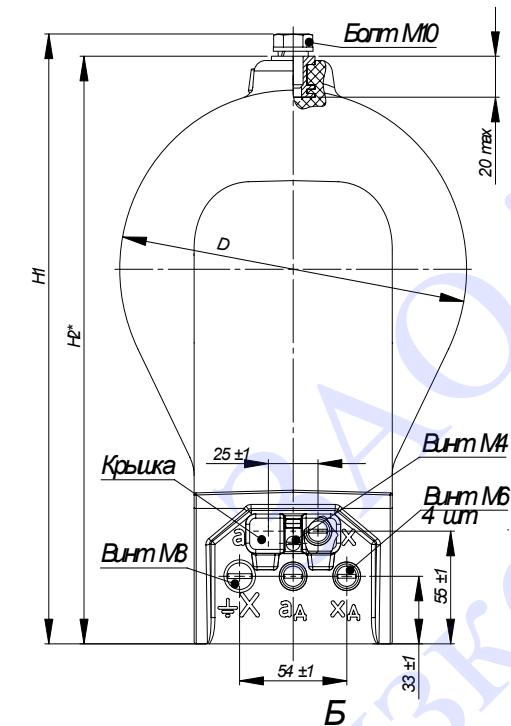


Рисунок А1

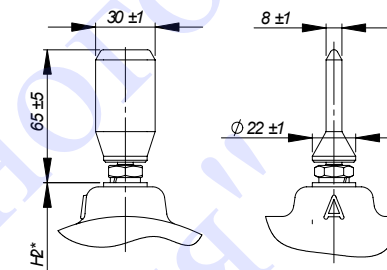
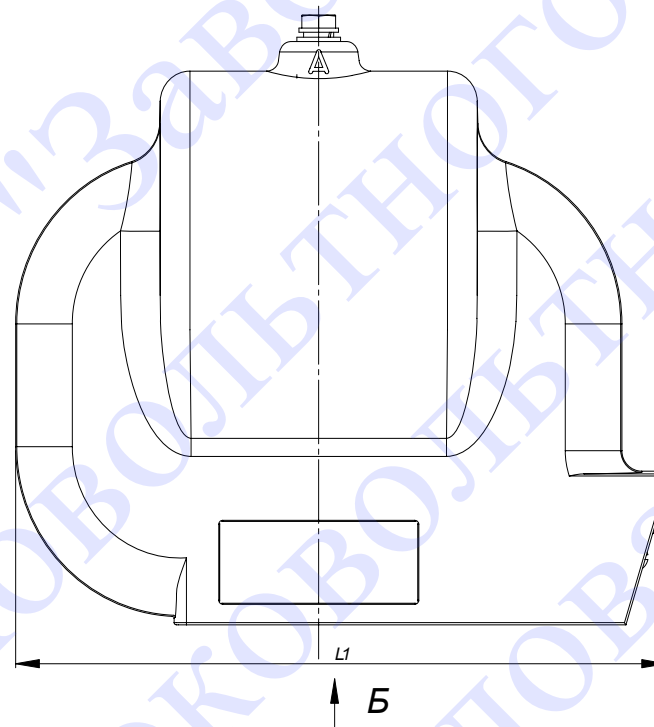


Рисунок А2 Исполнение высоковольтного вывода трансформаторов для токопроводов (остальное см рисунок А1)

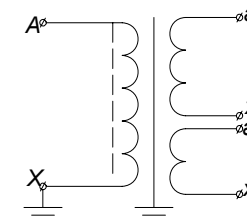


Рисунок А3 Принципиальная электрическая схема трансформаторов ЗНОЛ.06

Таблица А1

Тип трансформатора	Размеры мм					Масса, кг
	H1	H2	L1	L2	D	
ЗНОЛ.06-6	298 ± 5	287 ⁺⁶ ₋₃	328 ⁺⁵ ₋₃	153 ± 2	160 ± 3	26,5 ± 1,5
ЗНОЛ.06-10*					175 ± 3	28,5 ± 1,5
ЗНОЛ.06-15	314 ± 5	303 ⁺⁶ ₋₃			195 ± 3	29,5 ± 1,5
ЗНОЛ.06-20	341 ± 5	330 ⁺⁶ ₋₃			205 ± 3	32,5 ± 1,5
ЗНОЛ.06-24	348 ± 5	337 ⁺⁶ ₋₃	338 ⁺⁵ ₋₃	163 ± 2	240 ± 3	40,5 ± 1,5

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

Приложение Б
(обязательное)

Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса трансформатора ЗНОЛ.06-27

Рисунок Б.1

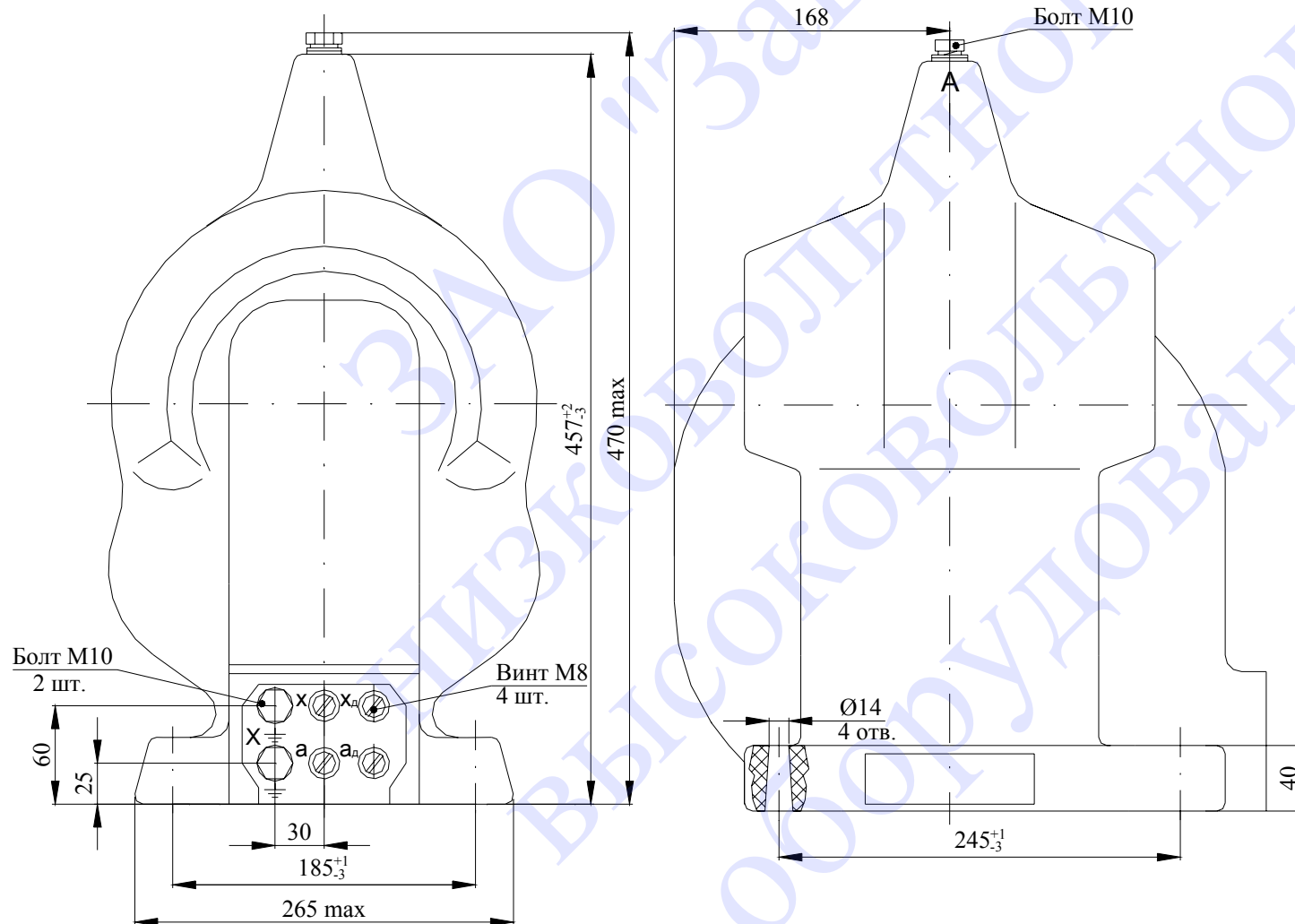
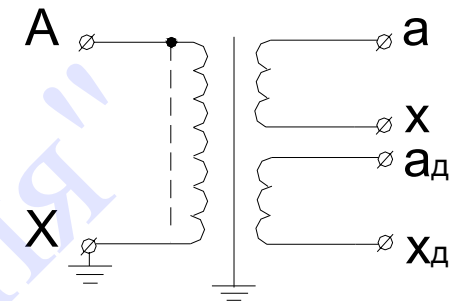


Рисунок Б.2 Принципиальная электрическая схема трансформатора



Масса 60±1,5 кг

Приложение В
(обязательное)
Схемы испытаний

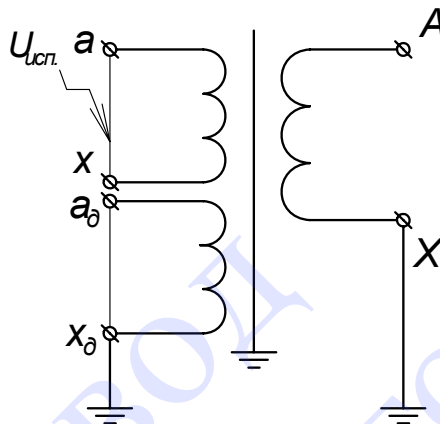


Рисунок В.1 Схема испытания электрической прочности изоляции вторичных обмоток трансформатора приложенным напряжением 3 кВ промышленной частоты

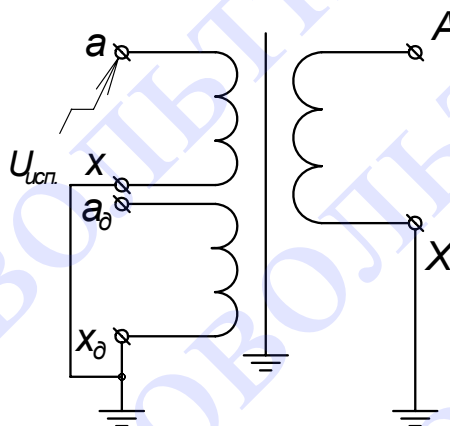


Рисунок В.2 Схема испытания электрической прочности изоляции первичной обмотки трансформатора индуктированным напряжением частоты 400 Гц

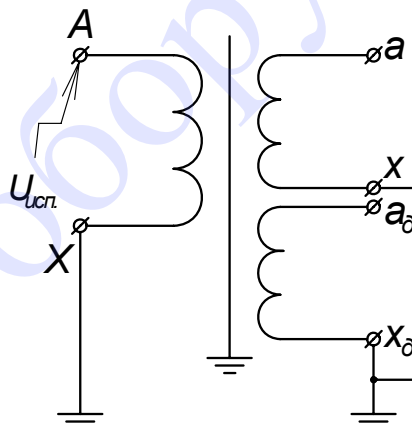


Рисунок В.3 Схема испытания электрической прочности изоляции первичной обмотки трансформатора приложенным напряжением 1,3 номинального частоты 50 Гц