



ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока»

Утвержден

1ГГ.671 242.017 РЭ-ЛУ

Трансформаторы напряжения заземляемые
ЗНОЛ.06-35(27)

Руководство по эксплуатации

1ГГ.671 242.017 РЭ



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

1 Нормативные ссылки

1.1 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 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 15543.1-89 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам.

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 под воздействием 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 51318.11-2006 Совместимость технических средств электромагнитная. Промышленные, научные, медицинские и бытовые (ПНМБ) высокочастотные устройства. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений.

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

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

ПОТ РМ-016-2001 / Межотраслевые правила по охране труда (правила РД 153-34.0-03.150-00 безопасности) при эксплуатации электроустановок. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. 2003 г. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. 2007 г.

НП-001-97 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ-88/97 (ПНАЭГ-01-011-97)

НП-031-01 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.

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», «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроуста-

новок» и «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».

2.2 Требования безопасности при поверке трансформаторов – по ГОСТ 8.216.

2.3 При эксплуатации трансформаторов вывод заземления и вывод «Х» первичной обмотки должны быть заземлены.

2.4 При транспортировании трансформаторов необходимо соблюдать меры предосторожности, применяемые при транспортировке крупногабаритных грузов.

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

3 Описание и работа трансформаторов

3.1 Назначение трансформаторов

3.1.1 Трансформаторы предназначены для применения в электрических цепях переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением 27 и 35 кВ с целью передачи сигнала измерительной информации приборам измерения, защиты, автоматики, сигнализации и управления.

3.1.2 Трансформаторы изготавливаются для электроэнергетики, и предназначены для установки в комплектные распределительные устройства (КРУ) внутренней установки или другие закрытые распределительные устройства (ЗРУ).

3.1.3 Допускается длительная эксплуатация трансформаторов как силовых, т.е. вне гарантированного класса точности при нагрузке, не превышающей предельную мощность.

3.1.4 Трансформаторы имеют климатическое исполнение «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 перегрева воздуха внутри КРУ при нагрузке трансформаторов предельной мощностью, 55 °С;
- относительная влажность воздуха не более 98 % при 25 °С;

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

- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая пыли, агрессивных газов и 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;

- трансформаторы соответствуют группе условий эксплуатации М6 по ГОСТ 17516.1;

- трансформаторы сейсмостойки при воздействии землетрясений интенсивностью 8 баллов по MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 70 м;

- высоковольтный вывод трансформаторов выдерживает статистическую нагрузку равную 1000 Н;

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

- 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.

3.2 Технические характеристики

3.2.1 Основные технические характеристики трансформаторов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение для типов	
	ЗНОЛ.06-27	ЗНОЛ.06-35
Класс напряжения, кВ	27	35
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	30	40,5
Номинальная частота переменного тока, Гц	50	
Класс точности по ГОСТ 1983	0,2; 0,5; 1	
Номинальное напряжение первичной обмотки, В	27500	35000/ $\sqrt{3}$
Номинальное напряжение основной вторичной обмотки, В	100	100/ $\sqrt{3}$
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки, В	127	100/3
Номинальная мощность основной вторичной обмотки при коэффициенте мощности активно-индуктивной нагрузки 0,8, В·А:	10, 15 или 20	
в классе точности 0,2		
в классе точности 0,5		
в классе точности 1		
Номинальная мощность дополнительной вторичной обмотки в классе точности 3, В·А	100	
Предельная мощность вне класса точности, В·А	600	
Схема и группа соединения обмоток	1/1/1-0-0	

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

Таблица 2

Наименование параметра	Значение параметра для ЗНОЛ.06.4-35
Класс напряжения, кВ	35
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5
Номинальное напряжение первичной обмотки, В	35000/ $\sqrt{3}$
Номинальное напряжение первой вторичной обмотки, В	100/ $\sqrt{3}$
Номинальное напряжение второй вторичной обмотки, В	100/ $\sqrt{3}$
Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки, В	100/3
Номинальная мощность первой вторичной обмотки в классе точности 0,2, В·А	10
Номинальная мощность второй вторичной обмотки в классе точности 0,5, В·А	30
Номинальная мощность дополнительной вторичной обмотки в классе точности 3, В·А	200
Предельная мощность вне класса точности, В·А	400
Схема и группа соединения обмоток	1/1/1-0-0-0

3.3 Устройство

3.3.1 Трансформаторы являются однофазными 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 электротехнической стали, разрезной. Обмотки расположены на магнитопроводе концентрически.

3.3.3 Первичная обмотка защищена экраном, повышающим электрическую прочность трансформаторов при воздействии грозовых импульсов напряжения.

3.3.4 Основная (для исполнений ЗНОЛ.06.4 – две основных, которые могут использоваться одновременно) вторичная обмотка предназначена для измерения, 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 механических повреждений.

3.3.6 В центре верхней части трансформаторов расположен высоковольтный вывод «А» первичной обмотки.

Выводы вторичных обмоток, вывод заземления и заземляемый вывод «Х» первичной обмотки расположены в клеммнике передней торцевой части внизу трансформаторов и закрываются защитной крышкой.



3.3.7 На опорной поверхности трансформаторов расположены четыре отверстия диаметром 13 мм, предназначенные для крепления трансформаторов на месте установки.

3.3.8 Габаритные, установочные, присоединительные размеры, масса и принципиальные электрические схемы трансформаторов приведены в приложении А.

3.4 Маркировка

3.4.1 Маркировка выводов первичной и вторичных обмоток, узла заземления рельефная, расположена 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 земли «»;
- выводы основной вторичной обмотки – «а» и «х», для исполнений ЗНОЛ.06.4 выводы первой вторичной обмотки – «а₁» и «х₁», выводы второй вторичной обмотки – «а₂» и «х₂»;
- выводы дополнительной вторичной обмотки – «а_д» и «х_д»;
- вывод заземления – «».

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

4 Эксплуатация трансформаторов

4.1 Подготовка трансформаторов к эксплуатации

4.1.1 По прибытию на место установки осуществить разгрузку трансформаторов.

Подъем трансформаторов осуществлять с помощью рым-болта ГОСТ 4751, который устанавливается в высоковольтный вывод «А». Рым-болт в комплект поставки не входит.

Подъем трансформаторов следует производить без рывков и толчков с сохранением вертикального положения и соблюдением мер безопасности.

При проведении такелажных работ необходимо принять меры против возможных повреждений трансформаторов.

Трансформаторы распаковать и проверить комплектность.

Трансформаторы тщательно протереть для удаления пыли, грязи и поверхностной влаги. Убедиться путем наружного осмотра в отсутствии повреждений выводов и корпуса трансформаторов.

4.1.2 При монтаже в КРУ должны быть соблюдены следующие условия:

- расстояние от оси трансформаторов до заземленных частей должно быть не менее 360 мм;
- наименьшие междуфазные расстояния - 375 мм;
- расстояние от высоковольтного вывода первичной обмотки до шины КРУ не менее 110 мм;
- место для установки трансформаторов должно обеспечивать удобный доступ к клеммнику выводов вторичных обмоток.

Трансформаторы закрепить на месте установки четырьмя болтами М10.

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

При присоединении кабелей к высоковольтному выводу первичной обмотки затяжку болтов (гаек) производить моментным индикаторным ключом. Крутящий момент не должен превышать (35 ± 5) Н·м.

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

Клеммник выводов вторичных обмоток закрыть защитной крышкой.

После окончания работ установить колпачок и произвести пломбирование.

4.1.3 Перед вводом в эксплуатацию трансформаторы должны быть подвергнуты испытаниям в соответствии с разделом «Техническое обслуживание» настоящего РЭ.

Методы испытаний трансформаторов должны соответствовать ГОСТ 1983.

Рекомендуется установка предохранителей на стороне высоковольтных вводов, например НЗПУ-35, рассчитанных на отключение тока значением 0,3 А за время не более 3 с. При этом, при токе 0,06 А не должно происходить срабатывание предохранителя.

Для повышения устойчивости в трехфазных сетях к феррорезонансу и воздействию перемежающейся дуги в дополнительные обмотки трансформаторов на 35 кВ, соединенные в разомкнутый треугольник, используемые для контроля изоляции сети, рекомендуется включать резистор сопротивлением 25 Ом, рассчитан-

ный на длительное протекание тока 4 А.

4.2 Эксплуатационные ограничения

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

- номинальные и предельные мощности, наибольшее рабочее напряжение не должны превышать значений, указанных в 3.2.1;
- суммарные механические нагрузки не должны превышать значений, указанных в 3.1.4;
- значения механических внешних воздействующих факторов не должны превышать установленных ГОСТ 17516.1 для условий эксплуатации группы М6;
- качество электроэнергии должно соответствовать требованиям ГОСТ 13109.

5 Поверка трансформаторов

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

6 Техническое обслуживание

6.1 При техническом обслуживании трансформаторов необходимо соблюдать требования раздела «Требования безопасности» настоящего РЭ.

6.2 Работы по техническому обслуживанию следует проводить в сроки, установленные для устройства, в котором эксплуатируются трансформаторы.

6.3 При техническом обслуживании проводятся следующие работы:

- очистка трансформаторов от грязи и пыли сухой ветошью, не оставляющей ворса;
- проверка крепления первичных и вторичных подсоединений, крепления трансформаторов;

- внешний осмотр трансформаторов для проверки отсутствия на литой поверхности трещин и сколов изоляции;

- испытания, объем и нормы которых установлены РД 34.45-51-300-97.

Методы испытаний - в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» и с учетом дополнительных указаний настоящего РЭ.

6.4 Указания и рекомендации по методам проведения испытаний и оценке их результатов.

- измерение сопротивления обмоток постоянному току. Измерение производится мостом постоянного тока, имеющего класс точности не ниже 0,5. Значения сопротивления обмоток приведены в паспорте на изделие;

- 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 соединенными вместе выводами каждой из вторичных обмоток и заземленными выводами всех остальных вторичных обмоток. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм;

- 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. Измеренное значение не должно отличаться от указанного в паспорте более чем на $\pm 10 \%$;

- испытание электрической прочности изоляции вторичных обмоток одноминутным приложенным напряжением. Испытывать изоляцию между обмотками напряжением 3 кВ при частоте 50 Гц 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 трансформа-

торов (см. приложение Б, рисунок Б.1);

– испытание электрической прочности изоляции первичной обмотки индуктированным напряжением 85,5 кВ при частоте 400 Гц в течение 15 с. Для трансформаторов на номинальное напряжение 27500 В значение испытательного напряжения - 72 кВ при частоте 400 Гц. Трансформаторы должны возбуждаться со стороны одной из вторичных обмоток (см. приложение Б, рисунок Б.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, приложенным **к выводу «А»** от постороннего источника в течение 1 минуты (см. приложение Б, рисунок Б.3).

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПЫТЫВАТЬ ИЗОЛЯЦИЮ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИЛОЖЕННЫМ ПОСТОЯННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ!

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

6.5 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 в КРУ должна проводиться под руководством и наблюдением инженерно-технических работников рабочими, обученными выполнению необходимых операций и имеющими квалификационный разряд не ниже 3.

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.

8 Упаковка. Хранение

8.1 Трансформаторы отправляются с предприятия-изготовителя в тарных ящиках или контейнерах, а также в закрытых автомашинах.

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

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

8.3 До установки трансформаторы должны храниться в условиях, соответствующих условиям хранения 2 ГОСТ 15150.

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 необходимо провести переконсервацию металлических частей 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 на любые расстояния в условиях транспортирования Ж согласно ГОСТ 23216.

9.2 Трансформаторы транспортируются в вертикальном положении.

9.3 Допускается транспортирование трансформаторов без упаковки в контейнерах, а также в закрытых видах транспорта (вагонах, автомашинах, самолетах) при условии принятия необходимых мер против возможных повреждений.

9.4 При транспортировании трансформаторов в упаковке или без нее они должны быть предохранены от падений и ударов.

9.5 Транспортирование в самолетах должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

9.6 Климатические факторы при транспортировании должны соответствовать условиям хранения 5 ГОСТ 15150.

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».

Приложение А (обязательное)

Габаритные, установочные, присоединительные размеры, масса и принципиальные электрические схемы трансформаторов напряжения заземляемых ЗНОЛ.06-35(27)

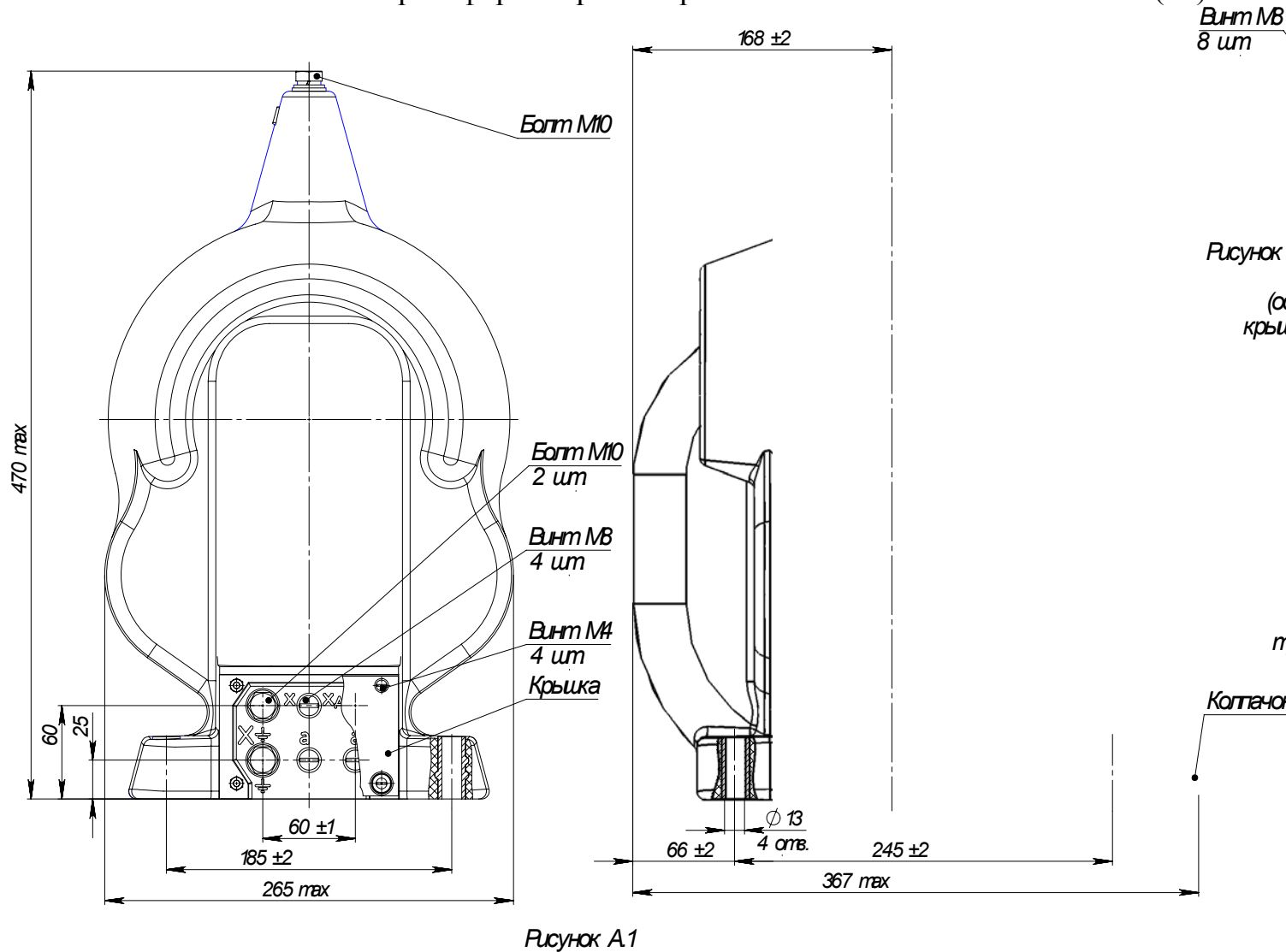


Рисунок А1

Масса - 60 кг max

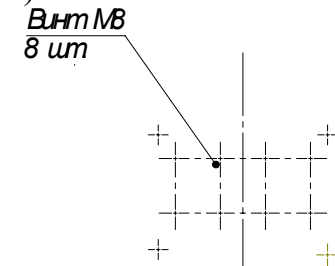


Рисунок А2 Клемник для исполнения ЗНОЛ.06.4-35
(остальное - см рис.А1, крышка условно не показана)

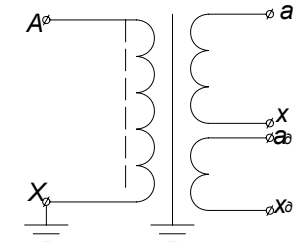


Рисунок А3 Принципиальная электрическая схема трансформатора ЗНОЛ.06-35(27)

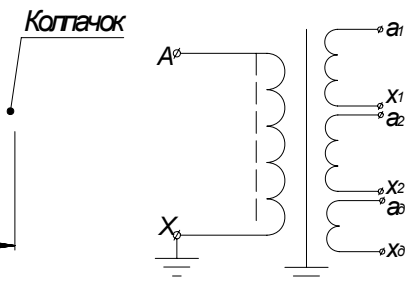


Рисунок А4 Принципиальная электрическая схема трансформатора ЗНОЛ.06.4-35

Приложение Б
(обязательное)

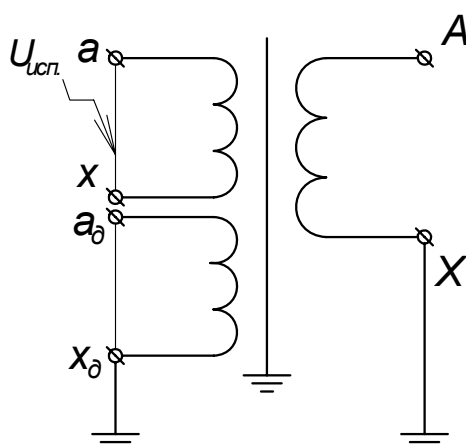


Рисунок Б1 Схема испытания электрической прочности изоляции вторичных обмоток трансформатора приложенным напряжением 3 кВ при частоте 50 Гц

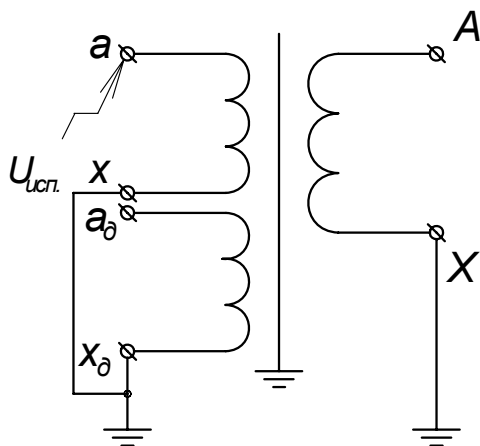


Рисунок Б2 Схема испытания электрической прочности изоляции первичной обмотки трансформатора индуктированным напряжением при частоте 400 Гц

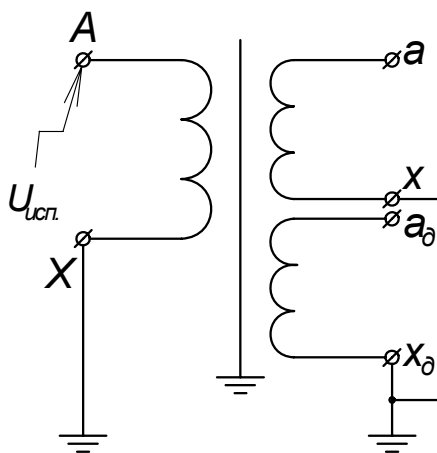


Рисунок Б3 Схема испытания электрической прочности изоляции первичной обмотки трансформатора приложенным напряжением 1,3 номинального при частоте 50 Гц