



ОАО «Свердловский завод трансформаторов тока»

Утвержден

1ГГ.671 231.002 РЭ – ЛУ

ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА

ТШЛГ – 0,66

Руководство по эксплуатации

1ГГ.671 231.002 РЭ



Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения о назначении, конструкции, характеристиках трансформаторов тока ТШЛГ – 0,66 (далее – «трансформаторы»), предназначенных для внутрироссийских поставок и 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 8.217-2024 ГСИ. Трансформаторы тока. Методика поверки.

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

ГОСТ 1516.3-76 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 3 до 500 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.

ГОСТ 3134-78 Уайт-спирит. Технические условия.

ГОСТ 7746-2015 Трансформаторы тока. Общие технические условия.

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

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

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

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 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 Р МЭК 61869-2-2015 Трансформаторы измерительные. Часть 2. Дополнительные требования к трансформаторам тока.

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

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.

Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.

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

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.

Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Шестое издание.

НП-001-15 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций.

НП-031-01 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.

МП 59-26-2023 ГСИ. Трансформаторы тока шинные. Методика поверки.

2 Требования безопасности

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

При подготовке к эксплуатации, при проведении технического обслуживания должны выполняться «Правила устройства электроустановок», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

2.2 Требования безопасности при поверке трансформаторов – по ГОСТ 8.217.

2.3 ВНИМАНИЕ! ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ НЕОБХОДИМО ИСКЛЮЧИТЬ РАЗМЫКАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ОБМОТОК!

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

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

3 Описание и работа трансформаторов

3.1 Назначение трансформаторов

3.1.1 Трансформаторы предназначены для передачи сигнала измерительной информации приборам измерения, защиты, автоматики, сигнализации и управления, для изолирования цепей вторичных соединений от высокого напряжения в электрических установках переменного тока.

3.1.2 Трансформаторы встраиваются в экранированные токопроводы, с принудительным охлаждением и без принудительного охлаждения, на номинальное напряжение токопровода до 24 кВ и являются комплектующими изделиями.

Изоляцией, обеспечивающей электрическую прочность трансформатора, служит воздушный зазор между токоведущей частью токопровода и литым блоком трансформатора.

3.1.3 Трансформаторы имеют климатическое исполнение «УХЛ» категории размещения 2 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 токопровода, 70 °С;
- нижнее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации минус 60 °С;
- относительная влажность, 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);

- 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, литевую, класса нагревостойкости «В» по ГОСТ 8865 и класса воспламеняемости FH (ПГ) 1 по ГОСТ 28779;
- трансформаторы соответствуют группе условий эксплуатации М6 по ГОСТ 30631;
- трансформаторы сейсмостойки при воздействии землетрясений интенсивностью 8 баллов по MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 70 м;
- трансформаторы, предназначенные для поставки на АС, соответствуют классу безопасности 2, 3, 4 по НП-001-15 и II категории сейсмостойкости по НП-031-01;
- 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 промышленных радиопомех, установленным в ГОСТ CISPR 11, класс А, группа 1.

3.2 Технические характеристики

3.2.1 Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	0,66
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	0,8
Номинальная частота переменного тока, Гц	50
Номинальный первичный ток, кА	3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 24; 30
Наибольший рабочий первичный ток, кА	3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 24; 30
Номинальный вторичный ток, А	5
Количество вторичных обмоток, шт.	1, 2, 3, 4, 5

Окончание таблицы 1

Наименование параметра	Значение
Класс точности по ГОСТ 7746: вторичной обмотки для измерений	0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5
вторичной обмотки для защиты	5P или 10P
Класс точности вторичной обмотки для защиты по ГОСТ Р МЭК 61869-2	5PR; 10PR; PX; PXR
Номинальная вторичная нагрузка* вторичных обмо- ток для измерений и защиты при коэффициенте мощности $\cos \varphi = 0,8$, В·А (нагрузка индуктивно- активная)	3; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 50; 60; 75; 100; 300
Номинальная предельная кратность вторичной об- мотки для защиты**, не менее в классах точности 5P; 5PR; 10P; 10PR; PX; PXR при номинальном первичном токе, А:	
3000	15
4000	17
5000	19
6000	27
8000	26
10000	23
12000 – 18000	20
24000	30
30000	22
Трехсекундный ток термической стойкости, кА, при номинальном первичном токе, А:	
3000 - 10000	120
12000 - 18000	190
24000; 30000	220
Номинальный коэффициент безопасности приборов вторичной обмотки для измерений*, не более в классах точности 0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5 при номиналь- ном первичном токе, А:	30
3000 - 30000	

Примечания

- * Нижний предел вторичной нагрузки для классов точности 0,2S, 0,5S - $1B \cdot A$.
- ** Значения номинальной предельной кратности и номинального коэффициента безопасности приведены при значении вторичной нагрузки 30 В·А.

Для классов точности PX; PXR - номинальный коэффициент расширения тока K_x (уточняется при заказе). Остальные нормированные параметры для классов точности PX; PXR указаны в паспорте на изделие.

- 3 Классы точности, значения номинальных вторичных нагрузок, номинальной предельной кратности и номинального коэффициента безопасности уточняются при заказе.

3.2.2 Расчетные значения номинальной предельной кратности вторичных обмоток для защиты в зависимости от номинальной вторичной нагрузки приведены в приложении А.

3.2.3 Расчетные значения сопротивления вторичных обмоток постоянному току приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номинальный первичный ток, А	Сопротивление обмоток постоянному току, Ом, для классов точности
	0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5; 5P; 5PR; 10P; 10PR; PX*; PXR*
3000	0,6
4000	0,8
5000	0,95
6000	1,1
8000	1,5
10000	2,2
12000	2,9
14000	3,3
16000	2,9
18000	3,2
24000	24,8
30000	32
Примечание - *Уточняется при заказе.	

3.3 Устройство

3.3.1 Трансформаторы выполнены в виде шинной конструкции. Трансформаторы содержат магнитопроводы и вторичные обмотки. Каждая вторичная обмотка находится на своем магнитопроводе. Обмотки залиты компаундом, что обеспечивает защиту обмоток от проникновения влаги и механических повреждений. Выводы вторичных обмоток расположены на выступающей контактной колодке трансформаторов и закрыты защитной крышкой.

3.3.2 Основной изоляцией является воздушный зазор между литым блоком трансформатора и токоведущей частью экранированного токопровода.

3.3.3 В литом блоке трансформаторов имеются втулки с резьбовыми отверстиями M12, предназначенные для крепления трансформаторов. Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса трансформаторов приведены в приложении Б.

3.3.4 Роль первичной обмотки выполняет токоведущая шина токопровода.

3.3.5 Вторичные обмотки предназначены для измерения или для защиты.

3.4 Маркировка

3.4.1 Маркировка выводов вторичных обмоток рельефная, выполняется эпоксидным компаундом при заливке трансформаторов в форму.

3.4.2 Стороны трансформаторов, соответствующие линейным выводам первичной цепи, обозначаются «Л1» и «Л2».

Начало вторичных обмоток обозначается «И1», конец обмоток - «И2». Цифра перед литерой «И» обозначает номер обмотки.

3.4.3 На трансформаторах имеется табличка технических данных с предупреждающей надписью о напряжении на разомкнутых вторичных обмотках.

4 Эксплуатация трансформаторов

4.1 Подготовка трансформаторов к эксплуатации

4.1.1 При установке трансформаторов в токопровод должны быть проведены:

- удаление консервирующей смазки и очистка трансформаторов от пыли и грязи сухой ветошью, не оставляющей ворса или смоченной в уайт-спирите ГОСТ 3134;

- внешний осмотр для проверки отсутствия трещин и сколов изоляции, коррозии на металлических деталях;

4.1.2 Должны быть проведены испытания в объеме, установленном предприятием-изготовителем токопровода и нормативной документацией.

Методы испытаний трансформаторов должны соответствовать ГОСТ 7746.

Методы испытаний трансформаторов классов точности 5PR; 10PR; PX; PXR должны соответствовать ГОСТ Р МЭК 61869-2.

При испытаниях трансформатора, до установки в токопровод или в его составе, допускается однократное испытание электрической прочности изоляции трансформатора напряжением промышленной частоты 3 кВ в течение 1 минуты.

В остальных случаях испытательное напряжение вторичной обмотки должно составлять 2,7 кВ при выдержке времени - 1 минута.

4.1.3 Выводы вторичных обмоток имеют возможность пломбирования.

4.1.4 При монтаже и подключении трансформаторов следует соблюдать требования ГОСТ 10434 для контактных соединений по моменту затяжки в соответствии с таблицей 2а.

Таблица 2а

Диаметр резьбы, мм	Крутящий момент, Н·м	
	Болтов и винтов для контактных электрических соединений	Болтов для крепления трансформатора
M4	1,2±0,2	-
M6	2,5±0,5	2,5±0,5
M8	22±1,5	15±1,5
M10	30±1,5	20±1,5
M12	40±2	25±3

4.2 Эксплуатационные ограничения

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

4.2.2 Наибольшее рабочее напряжение, вторичные нагрузки и токи короткого замыкания не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

4.2.3 Допускается кратковременное, не более 2 ч в неделю, повышение первичного тока на 20 % по отношению к наибольшему рабочему первичному току.

4.2.4 Качество электроэнергии должно соответствовать требованиям ГОСТ 32144.

5 Поверка трансформаторов

5.1 Трансформаторы тока проверяются в соответствии с МП 59-26-2023. Интервал между поверками 8 лет. В странах СНГ межповерочный интервал в соответствии с требованиями законодательства.

6 Техническое обслуживание

6.1 При техническом обслуживании проводятся следующие работы:

- очистка трансформаторов от пыли и грязи;
- внешний осмотр трансформаторов для проверки отсутствия на поверхности изоляции трещин и сколов;
- проверка крепления трансформаторов;
- проверка надежности контактных соединений;
- испытания, объем и нормы которых установлены РД 34.45-51-300-97, СТО 34.01-23.1-001-2017.

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

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

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

- испытание электрической прочности изоляции. Изоляция вторичных обмоток трансформаторов относительно заземленных частей должна выдерживать в течение одной минуты испытательное напряжение, указанное в 4.1.2 настоящего РЭ, приложенное к каждой из обмоток при заземленных остальных, а также между вторичными обмотками и заземленными частями трансформатора тока;

- измерение тока намагничивания вторичных обмоток для защиты и измерения должно производиться при значениях напряжений, указанных в таблице 3;

- при измерении сопротивления изоляции вторичной обмотки мегаомметр присоединяется между вторичной обмоткой и втулками, залитыми в корпус трансформаторов. Измерение производится мегаомметром на 1000 В. Значение сопротивления изоляции вторичной обмотки не менее 20 МОм;

- для измерения токов намагничивания к испытываемой вторичной обмотке, при разомкнутой первичной цепи, прикладывается напряжение, указанное в таблице 3. При этом должен использоваться вольтметр эффективных значений класса точности 0,5 с входным сопротивлением не менее 10 МОм.

Таблица 3

Номинальный первичный ток, А	Расчетное напряжение, В при номинальной вторичной нагрузке 30 В·А, в классе точности	
	0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5	5P; 5PR; 10P; 10PR; PX*; PXR*
3000	260	110
4000	280	160
5000	310	195
6000	325	205
8000	385	245
10000	480	305
12000	580	375
14000	630	420
16000	580	375
18000	630	410
24000	803	530
30000	1390	905
Примечание - *Уточняется при заказе.		

Значения испытательных напряжений для проведения испытаний электрической прочности изоляции вторичных обмоток, сопротивления изоляции обмоток и измеренные значения токов намагничивания вторичных обмоток указываются в паспорте на изделие.

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 При установке трансформаторов в токопровод, работы должны проводиться под руководством и наблюдением ИТР 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.

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 Упаковка трансформаторов - по ГОСТ 23216.

8.2 До установки трансформаторы должны храниться в условиях, соответствующих условиям хранения 5 ГОСТ 15150.

8.3 При хранении трансформаторов без упаковки 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 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 согласно ГОСТ 23216.

9.2 Допускается транспортирование трансформаторов без упаковки в контейнерах и закрытых автомашинах.

9.3 При транспортировании трансформаторов должны быть приняты меры против возможных повреждений.

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

9.5 Транспортирование в самолетах должно производиться в отапливаемых герметизированных отсеках.

9.6 Подъем и перемещение трансформаторов осуществлять согласно схеме строповки, приведенной в приложении В.

10 Утилизация

10.1 При транспортировании, хранении, эксплуатации, испытании и утилизации трансформаторы не представляют вреда для окружающей 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 трансформаторов (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 Схема включения трансформатора тока в электрическую цепь указана на рисунке 1, на котором приведены следующие обозначения:

I_1 - ток первичной обмотки трансформатора тока;

I_2 - ток вторичной обмотки трансформатора тока;

W_1 - первичная обмотка трансформатора тока;

W_2 - вторичная обмотка трансформатора тока;

A_1 - средство измерения.

11.2 Из схемы следует, что основными элементами трансформатора тока являются первичная обмотка W_1 , проходящая сквозь трансформатор и вторичная обмотка W_2 , намотанная на магнитопровод. Первичная обмотка W_1 включается в разрыв токопровода, через которую проходит первичный ток I_1 . Вторичный ток I_2 является измерительной информацией для подключенных ко вторичной обмотке W_2 измерительных приборов.

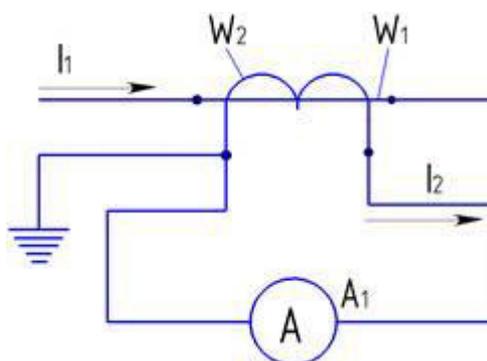


Рисунок 1 Трансформатор тока. Схема включения.

11.3 Ток, поступающий на подключенное к вторичной обмотке трансформатора тока устройство, определяется по формуле из соотношения:

$$I_2 = I_1 \cdot W_2 / W_1$$

Приложение А

(справочное)

Расчетные значения номинальной предельной кратности вторичных обмоток для защиты в зависимости от номинальной вторичной нагрузки

Таблица А.1 – Номинальная предельная кратность в классе точности 5P; 10P; 5PR; 10PR; PX*; PXR*.

Номинальная вторичная нагрузка, В·А	3	5	10	15	20	30	40	50	60	75	100	300
Коэффициент трансформации	Номинальная предельная кратность											
3000/5	39	33	27	22	19	15	12	10	9	7	6	3
4000/5	41	34	28	25	22	17	14	12	11	9	7	4
5000/5	42	34	29	26	23	19	16	14	12	11	9	6
6000/5	50	42	38	34	31	27	24	21	19	16	14	10
8000/5	51	35	33	31	29	26	24	22	20	18	15	11
10000/5	50	27	26	25	24	23	22	20	19	17	15	10
12000/5	44	24	23	22	22	20	19	18	17	16	14	11
14000/5	44	22	21	20	20	20	18	17	17	16	14	11
16000/5	35	24	23	22	21	20	18	17	16	15	13	10
18000/5	35	23	22	21	21	20	18	17	16	15	13	10
24000/5	69	33	32	31	31	30	29	28	27	25	24	21
30000/5	67	23	23	23	22	22	22	21	21	20	20	20
Примечание - *Предоставляется по запросу при заказе.												

Приложение Б
(обязательное)

Габаритные, установочные, присоединительные размеры и масса трансформаторов тока ТШЛГ

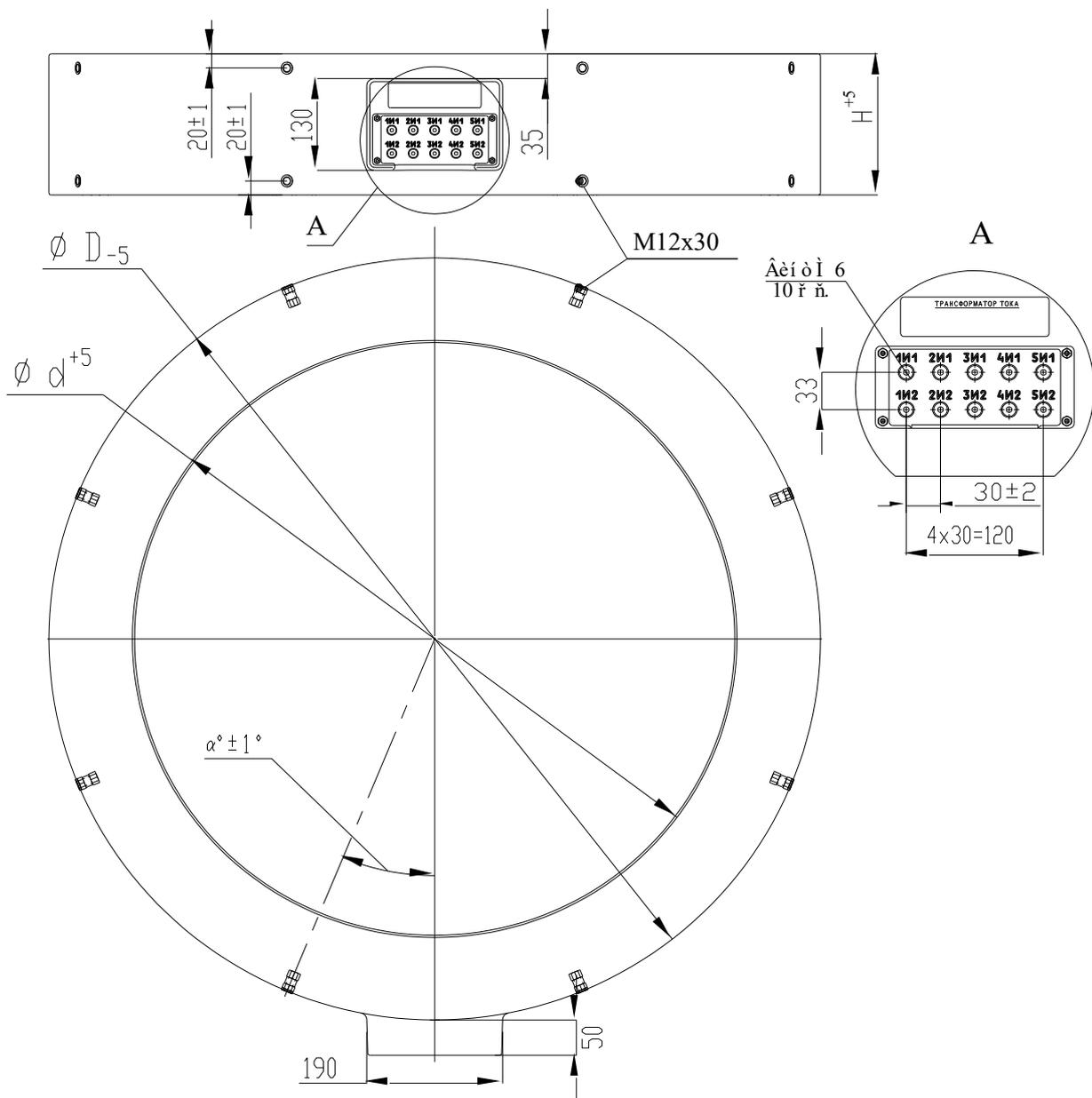


Таблица Б.1

Номинальный первичный ток, А	Размеры, мм			α°	Количество втулок для крепления трансформатора, шт.	Масса, кг
	D	d	H			
3000/5-5000/5	540	380	200, 260, 320, 400 по количе- ству вторичных обмоток 1 или 2, 3, 4, 5, соответственно	45	8	85 max
6000/5-10000/5	630	470				
12000/5-14000/5	720	560		30	12	110 max
16000/5-30000/5	1080	840		22,5	16	155 max

Приложение В
(обязательное)

Схема строповки трансформаторов тока ТШЛГ

