

**Вводы типа BRIT-S-90-110-550/800  
с твердой изоляцией для трансформаторов,  
класс напряжения 110 кВ**

**Руководство по эксплуатации**

**ГКСЛ 680205.010 РЭ**

**Выпуск 10**

## Информация по технике безопасности

Данная инструкция должна быть всегда доступна для использования лицами, отвечающими за установку, техобслуживание и эксплуатацию вводов.

При установке, эксплуатации и техобслуживании вводов возникают многочисленные потенциально опасные условия, которые включают в себя, помимо прочего, следующие факторы:

- Высокое давление.
- Напряжение, опасное для жизни.
- Подвижные механизмы.
- Тяжелые компоненты.
- Вероятность поскользнуться, споткнуться или упасть.

При работах на таком оборудовании требуется соблюдение специальных процедур и инструкций. Несоблюдение инструкций может привести к тяжелым травмам, летальному исходу персонала и/или к повреждению ввода или другого оборудования.

Кроме того, персонал, обеспечивающий установку, эксплуатацию, техобслуживание и/или утилизацию вводов, должен соблюдать все действующие правила техники безопасности, включая региональные или местные правила или положения по технике безопасности и методы безопасной работы.

В данной инструкции понятие безопасности означает предотвращение двух ситуаций:

- 1 Телесное повреждение или смерть.
- 2 Повреждение ввода или другого оборудования, а также сокращение срока службы ввода.

Символы безопасности предназначены для предупреждения персонала о возможной травме, опасности для жизни или риске повреждения оборудования. Они вставлены в текст инструкции перед описанием шага процедуры, при выполнении которого может возникнуть одна из таких ситуаций. Описание условий безопасности предваряется указанием одного из трех уровней степени опасности, которые определяются следующим образом:

### **ОПАСНОСТЬ:**

**Непосредственная опасность, которая может привести к тяжелому телесному повреждению, смерти персонала или повреждению оборудования.**

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

*Опасность или небезопасное действие, которые могут привести к тяжелому телесному повреждению, смерти персонала или повреждению оборудования.*

**ВНИМАНИЕ:** *Опасность или небезопасное действие, которые могут привести к легкому телесному повреждению персонала или повреждению оборудования.*

**СОДЕРЖАНИЕ**

1	Общие указания.....	4
2	Назначение.....	4
3	Классификация.....	4
4	Конструкция.....	6
5	Маркировка.....	7
6	Упаковка, транспортирование и хранение вводов.....	7
7	Монтаж вводов.....	8
8	Контроль герметичности после монтажа.....	14
9	Техническое обслуживание вводов.....	14
10	Испытания вводов.....	16
11	Анализ результатов испытаний.....	22
12	Запасные части и ремонт.....	22
13	Утилизация.....	22
14	Комплектация.....	23
15	Адрес завода - изготовителя .....	23

## 1 Общие указания

Требования настоящего руководства распространяются на вводы типа BRIT-S-90-110-550/800 с твёрдой RIP-изоляцией на напряжение 110 кВ для трансформаторов.

Руководство предназначено для эксплуатационного и ремонтного персонала электростанций и электрических сетей, а также персонала монтажно-наладочных организаций.

Руководство содержит основные указания по монтажу и обслуживанию вводов этого типа.

Вопросы связанные с ремонтом вводов в настоящем руководстве не рассматриваются. В случае повреждения ввода при транспортировке, монтаже или эксплуатации рекомендуем связаться с фирмой ООО «АББ» для решения вопросов ремонта и повторного тестирования.

## 2 Назначение

Вводы с твёрдой изоляцией типа RIP (электроизоляционная бумага, пропитанная смолой) являются проходными изоляторами, предназначенными для вывода высокого напряжения из бака трансформатора, и являются конструктивно самостоятельными изделиями. Вводы предназначены для работы в условиях климата О категории 1 по ГОСТ15150-69.

## 3 Классификация

Вводы типа BRIT-S-90-110-550/800 рассчитаны на ток 800 А. Основные технические характеристики этих вводов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Тип ввода	BRIT-S-90-110-550/800
Каталожный номер габаритного чертежа	КН1.9.002-S, КН1.9.003-S, КН1.9.004-S, КН1.9.005-S
Класс напряжения, кВ	110
Наибольшее рабочее напряжение ввода, кВ	135
Максимальное фазное напряжение, кВ	78
Номинальный ток, А	800
Уровень частичных разрядов при напряжении $2,0 \cdot U_{\max} / \sqrt{3}$ , пКл	< 2
Испытательное напряжение в сухом состоянии (1 мин., 50 Гц), кВ	265
Выдерживаемое напряжение под дождём (50 Гц), кВ	230
Напряжение грозового испытательного импульса 1.2/50 мкс., кВ	550
Предельный угол установки к вертикали	90
Испытательная консольная нагрузка, 1 мин, Н	3150
Длина пути утечки, мм и соответствующая ей степень загрязнения, не менее	4100 (IV)

Примечание: Ввод КН 1.9.003-S состоит из ввода КН 1.9.005-S и переходного фланца. Допустимые токовые нагрузки вводов BRIT-S-90-110-550/800 указаны в табл. 2.

Таблица 2

Проводник, мм <sup>2</sup>	240	300	400
Допустимый ток, А	625	670	800

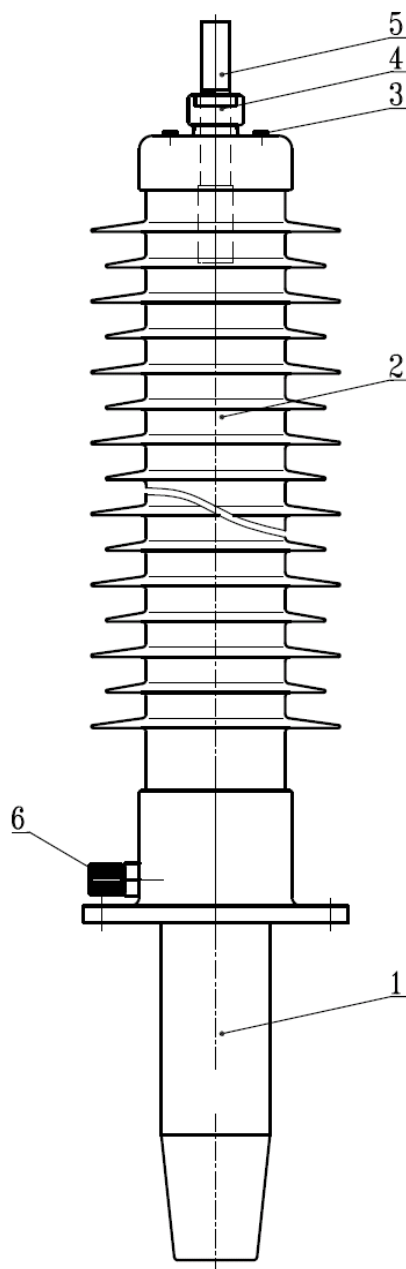


Рис. 1 Конструкция ввода

1 - Изоляционный остов; 2 - Силиконовый изолятор; 3 - Винт; 4 - Фиксирующая гайка М48×2;  
5- Контактная шпилька; 6 - Измерительный вывод;

Расшифровка условного обозначения вводов:

**BRIT-S-90-110-550/800**

B - bushing (ввод);

R - resin (смола);

I - impregnated (пропитанный);

T - transformer (трансформаторный);

S – silicone (силиконовая, композитная) внешняя изоляция (стеклопластиковая труба с внешним ребрением);

90 - допустимый угол наклона к вертикали в градусах;

110 - класс напряжения, кВ;

550 - напряжение грозового испытательного импульса, кВ;

800 - номинальный ток, А.

#### **4 Конструкция**

Конструкция ввода изображена на рис.1. Основной внутренней изоляцией ввода является твёрдый изоляционный остов 1, состоящий из электроизоляционной бумаги, намотанной на алюминиевую трубу, разделённый на слои алюминиевыми уравнительными обкладками для выравнивания электрического поля и пропитанный смолой под вакуумом.

На изоляционный остов надет силиконовый изолятор 2, имеющий верхний и нижний фланец. Между нижним фланцем и остовом, а также между верхним фланцем и трубой остова установлены герметизирующие прокладки.

Верхний фланец силиконовой крышки и труба остова имеют между собой гальваническую связь через контактную пружину для исключения искрения в процессе эксплуатации ввода.

Для защиты изоляционного остова от увлажнения пространство между изоляционным остовом и силиконовой крышкой заполнено упругим наполнителем «Микагель». Заливка производится через отверстия, в которые вкручены винты 3.

**ВНИМАНИЕ:** Во избежание попадания влаги внутрь ввода и, как следствие, его разрушения, запрещается выкручивать винты поз. 3.

Ввод может быть установлен под любым углом, т.к. в его конструкции совершенно отсутствуют жидкие компоненты.

В верхней части ввода расположена контактная шпилька 5, служащая для присоединения отвода от обмотки трансформатора. Между контактной шпилькой и горловиной верхнего фланца силиконового изолятора ввода расположено уплотнительное устройство с O-образными резиновыми кольцами.

Для удаления воздуха из бака трансформатора в нижнем фланце силиконовой крышки ввода имеется деаэрационное отверстие с резьбой, в которое вкручена заглушка.

Последняя обкладка внутренней изоляции соединена с измерительным выводом, который служит для измерения тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ), ёмкости (С) и частичных разрядов (ЧР). Конструкция измерительного вывода такова, что последняя обкладка автоматически заземляется в условиях эксплуатации при навинчивании на него крышки.

**ВНИМАНИЕ:** Измерительный вывод не должен быть открыт во время эксплуатации!

## 5 Маркировка

На фланце каждого ввода имеется табличка, на которой указываются:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- страна;
- условное обозначение ввода;
- номер габаритного чертежа;
- заводской номер;
- год выпуска;
- номинальное напряжение и номинальный рабочий ток;
- масса;
- предельный угол монтажа к вертикали;
- ёмкость  $C_1$  и  $\text{tg}\delta_1$ ;
- ёмкость  $C_3$  и  $\text{tg}\delta_3$ .

## 6 Упаковка, транспортирование и хранение вводов

### 6.1 Ввод в состоянии поставки

Вводы поставляются в деревянных ящиках, в которых они посредством распорок жёстко закреплены на ложементы с эластичными прокладками.

Вводы транспортируются и хранятся в горизонтальном положении. Нижняя часть ввода защищена от увлажнения полиэтиленовым чехлом с вложенным в него мешочком с силикагелем, часть из которого является индикаторным силикагелем.

При хранении вводов, один раз в шесть месяцев производится проверка целостности полиэтиленового чехла и цвета силикагеля. Изменение цвета индикаторного силикагеля с голубого на розовый свидетельствует о его увлажнении. В этом случае необходимо заменить весь силикагель.

### 6.2 Правила хранения вводов

Вводы могут храниться снаружи только в защищенном от дождя месте, либо внутри помещения. При этом необходимо учитывать время хранения (см. табл. 3).

**ВНИМАНИЕ:** Защитный чехол, предохраняющий ввод от проникновения влаги, не должен сниматься в течение всего периода хранения.

Таблица 3

Период хранения	Снаружи, в защищенном от дождя месте	Внутри сухого помещения (конденсации влаги нет)
До 6 месяцев	В упаковочном ящике поставщика, покрытом пленкой. <u>Рекомендуется:</u> Надеть дополнительный мешок из полиэтиленовой пленки с мешочком силикагеля внутри него на нижнюю часть ввода.	В упаковочном ящике поставщика и оригинальной упаковке
До 12 месяцев	Не допускается	В упаковочном ящике поставщика и оригинальной упаковке. Только в сухом помещении (относительная влажность < 80 %), и, по возможности, при постоянной температуре. Необходимо регулярно проводить контроль цвета силикагеля. При изменении цвета силикагеля с голубого на розовый, он должен быть заменен, по крайней мере, тем же количеством.
Длительный период, более, чем 1 год	Не допускается	Нижняя часть ввода в контейнере для хранения, заполненном маслом или сухим азотом.

### **6.3 Действия в случае нарушения правил хранения**

Если имеется подозрение, что условия хранения не соответствуют указанным в выше приведенной таблице, то существует возможность проникновения влаги в изоляцию в результате диффузионного процесса. Это может быть выявлено путем измерения ёмкости  $C_1$  и  $\text{tg}\delta_1$  при напряжении 10 кВ. Если расхождение в  $\text{tg}\delta_1$  больше паспортного значения на 0,1 % по абсолютной величине, то, пожалуйста, свяжитесь с ООО «АББ» для получения рекомендаций по процедуре сушки.

## **7 Монтаж вводов**

### **7.1 Такелажные работы**

При распаковке ввода соблюдайте осторожность во избежание повреждения силиконовой крышки. Для исключения загрязнения силиконового изолятора не рекомендуется снимать с него полиэтиленовый чехол до окончания монтажа ввода. Для извлечения ввода из ящика требуется строп и подъёмное устройство (см. рис.2). Один конец стропа крепится петлей вокруг нижнего фланца, а второй между двумя последними юбками силиконовой крышки в верхней части ввода, вблизи его головы.

При размещении ввода в горизонтальном положении, следите за тем, чтобы ввод опирался на те же точки, что и в ящике. Проведите внешний осмотр ввода и убедитесь в целостности силиконовой крышки, снимите полиэтиленовый чехол с нижней части ввода и убедитесь в целостности тела ввода.

Для выведения ввода в вертикальное положение удобнее всего использовать два крана и мягкие стропы (см. рис. 2). При этом один строп охватывает петлей нижний фланец и закрепляется на крюке одного из кранов. Два других стропа фиксируются за рым-болты нижнего фланца и направляются вдоль силиконового изолятора. Вблизи головной части стропы должны быть продеты внутри петли из стропы, обвязанной вокруг изолятора, и прикреплены ко второму подъёмному устройству. Ввод двумя кранами поднимается в горизонтальном положении на необходимую высоту, затем фланцевый конец опускается вниз.



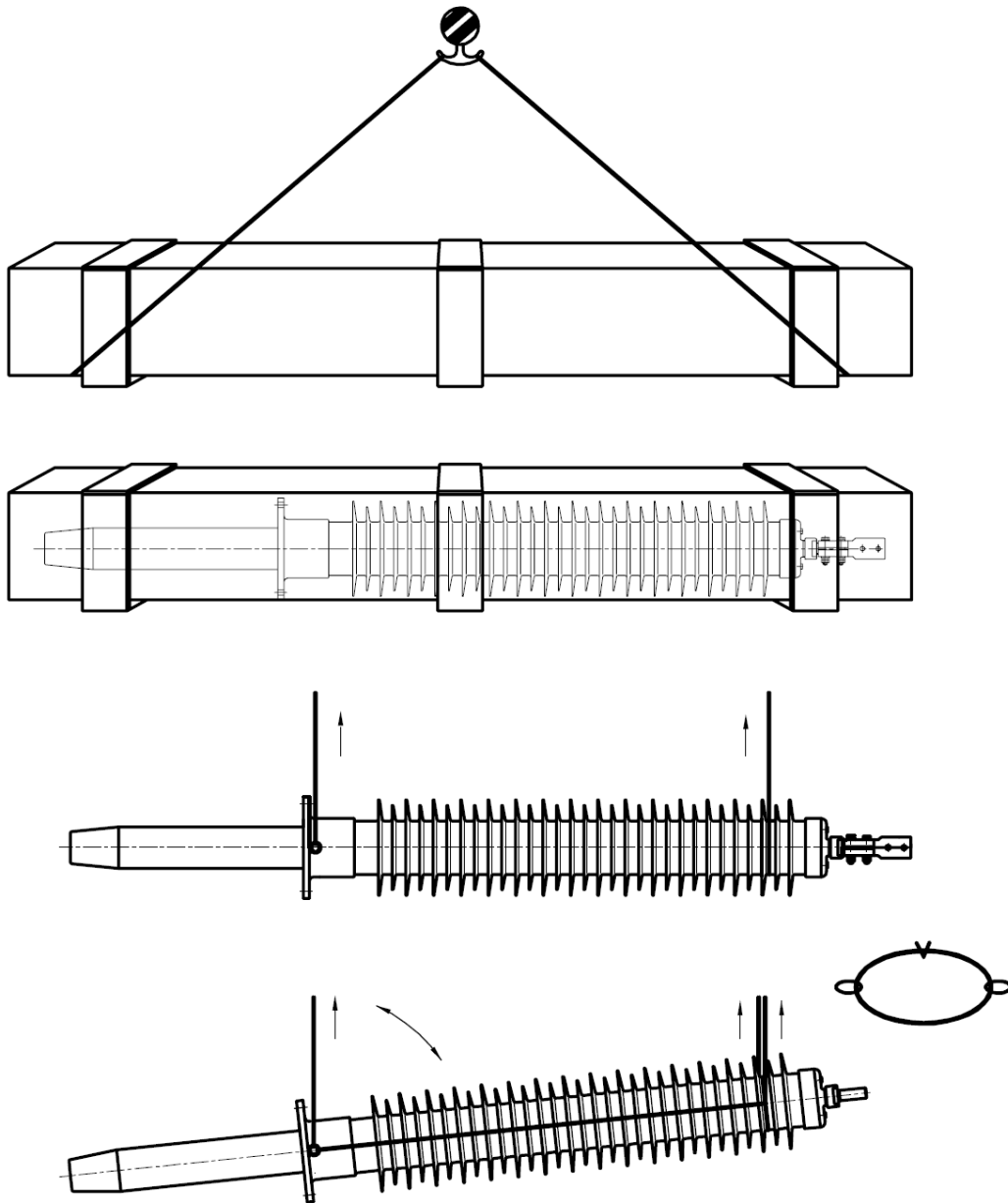


Рис. 2 Подъем ввода

### 7.2 Монтаж переходного фланца

Вводы с каталожными номерами КН 1.9.003-S комплектуются переходными фланцами, которые поставляются в отдельной упаковке. Поэтому перед установкой ввода на трансформатор этот переходный фланец должен быть смонтирован.

Крепление переходного фланца к фланцу ввода производится посредством болтов с шайбами (см. рис.3). Для герметизации соединения используется уплотнительное кольцо 8x196мм или уплотнительный шнур из нитрильной маслостойкой, морозоустойчивой резины, которые поставляются вместе с переходным фланцем. Шнур укладывается в паз переходного фланца (поз. 3). Для этого шнур обрезается с припуском на длину канавки 10-15 мм. Стыковку концов шнура производить «на ус». После укладки уплотнения произвести стыковку фланцев и затянуть болты.

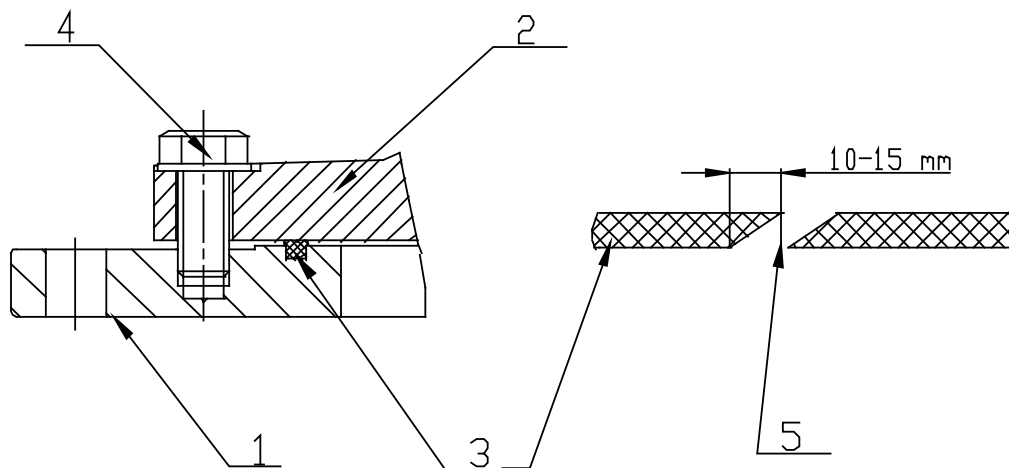


Рис. 3 Монтаж переходного фланца

1 – переходный фланец; 2 – фланец ввода; 3 – уплотнительное кольцо 8x196 мм или уплотнительный шнур;  
4 – крепёж; 5 – стыковка концов шнура «на ус».

### 7.3 Установка ввода на трансформатор

Вводы типа BRIT-S не содержат трансформаторного масла и поэтому могут устанавливаться на трансформатор после транспортирования и хранения без предварительной выдержки в вертикальном положении.

Установка ввода на трансформатор происходит в следующей последовательности (см. рис.4):

7.3.1 Отвернуть защитную гайку (2) и вынуть контактную шпильку (5) вместе с уплотнительной втулкой (4).

7.3.2 Удалить фиксирующее кольцо (3) и уплотнительную втулку (4) с контактной шпилькой.

7.3.3 Просверлить в контактной шпильке отверстие (макс.  $\varnothing$  35мм и макс. глубиной 70 мм). Пайка может быть выполнена мягким или твёрдым припоем.

7.3.4 После припаивания кабельного отвода заменить заглушку (1) деаэрационного отверстия на болт M12 с кольцом (макс.  $\varnothing$  28 мм) для протаскивания контактной шпильки внутри трубы ввода при помощи веревки. Уплотнительная втулка (4), фиксирующее кольцо (3) и защитная гайка (2) должны быть надеты на веревку до протаскивания контактной шпильки сквозь центральную трубу ввода.

7.3.5 Вставить контактную шпильку с кабельным отводом в трубу ввода. Затем вставить уплотнительную втулку с O-образными кольцами между контактной шпилькой и центральной трубой, а фиксирующее кольцо установить в одну из канавок контактной шпильки. Теперь контактная шпилька может быть зафиксирована при помощи защитной гайки (ключ 40 мм) с усилием 50 Н×м.

7.3.6 Удалить болт с кольцом и вкрутить заглушку (1) в деаэрационное отверстие контактной шпильки.

**ВНИМАНИЕ:** Если заглушка установлена неправильно в деаэрационное отверстие, то вода может проникнуть в трансформатор.

7.3.7 Контактная шпилька, установленная на ввод, изображена на рис.5.

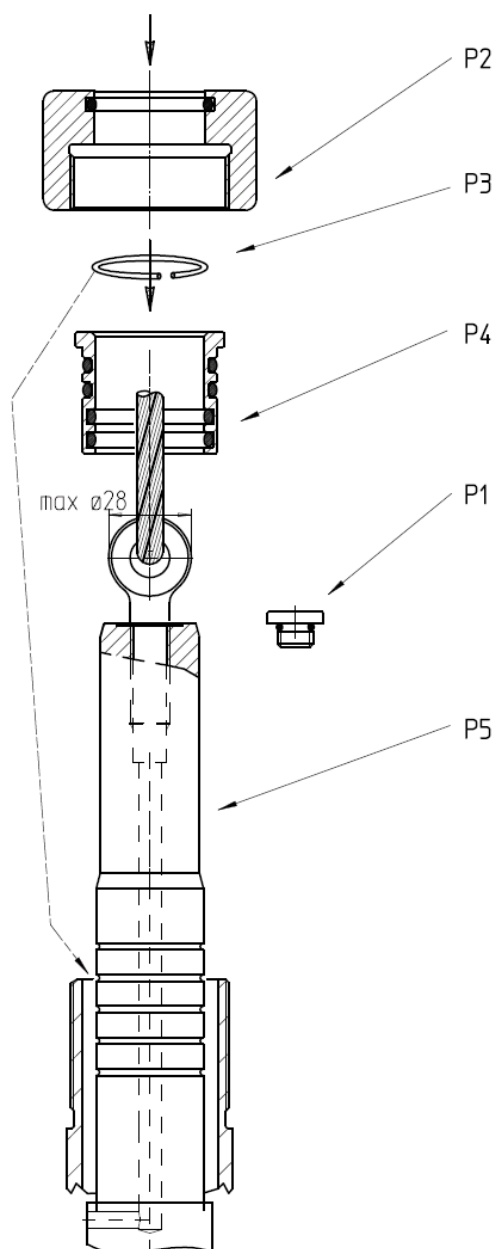


Рис. 4 Установка ввода на трансформатор

1 – заглушка деаэрационного отверстия; 2 – защитная гайка; 3 – фиксирующее кольцо;  
4 – уплотнительная втулка; 5 – контактная шпилька.

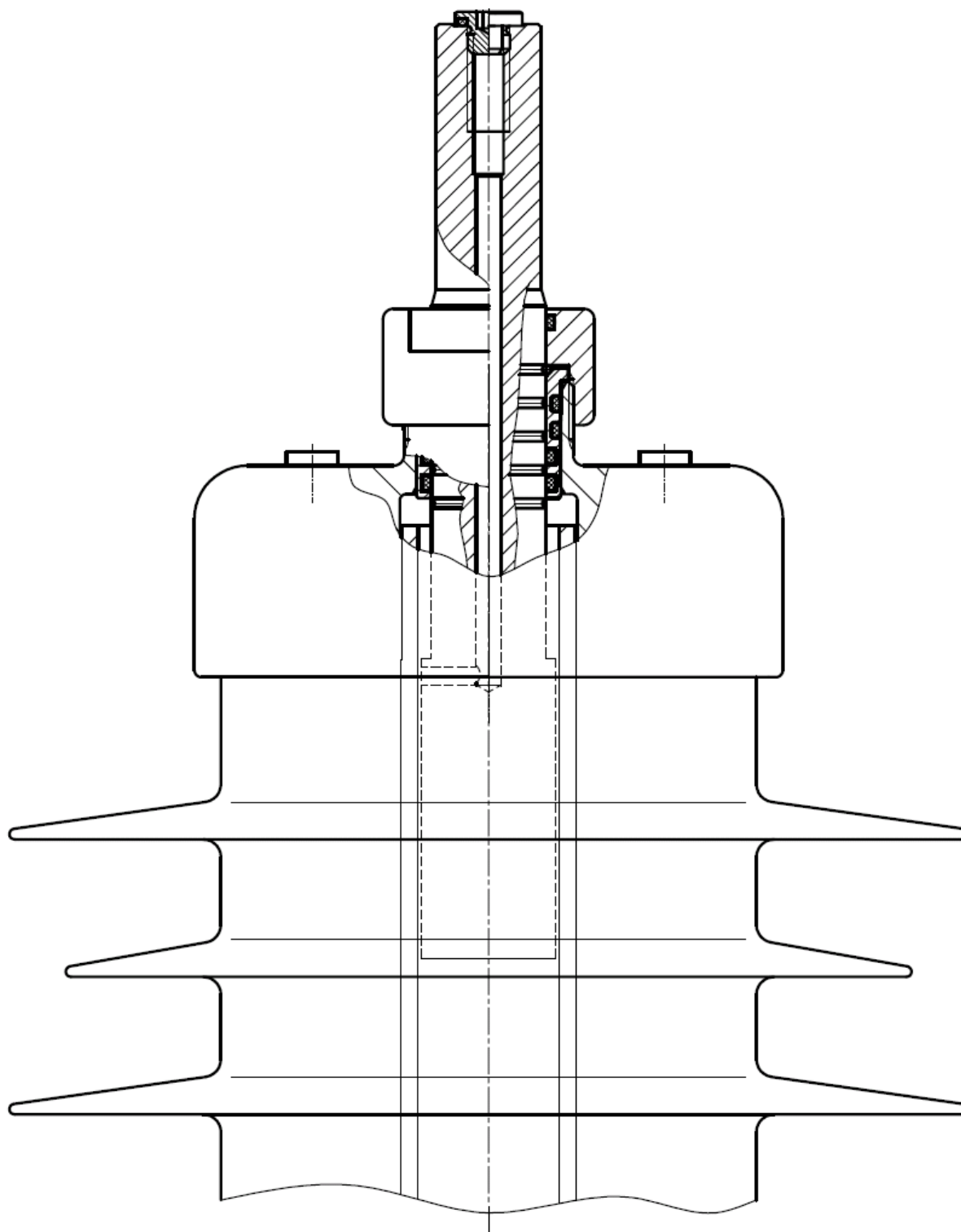


Рис. 5

#### 7.4 Очистка поверхности ввода и стыков

Поверхности расположения уплотнений на баке трансформатора и поверхность фланца ввода не должны иметь следов коррозии и загрязнений и иметь высокую степень обработки (макс. Ra 3.2). Очистите эти поверхности под уплотнения смоченной в чистящей жидкости и не оставляющей ворса тканью и протрите. Убедитесь, что деаэрационное отверстие во фланце не загорожено или закрыто, например, плоской прокладкой.

Незащищенная часть ввода (изоляционный остов на масляной стороне) не должны быть поцарапаны. Если рым-болты выступают за нижнюю поверхность фланца, они должны быть демонтированы до крепления фланца. Крепление фланца ввода должно быть выполнено таким образом, чтобы не могла возникнуть в нем деформация. Опорная поверхность трансформатора должна иметь допуск по плоскостности макс. 0,3 мм (ступеньки не допускаются).

До установки ввод должен быть адаптирован к температуре окружающей среды таким образом, чтобы предотвратить выпадение конденсата на поверхности ввода.

**Внимание!**

**Не повредите поверхность фланца, где располагается уплотнение!**

#### 7.5 Порядок затяжки и динамометрические усилия

После установки фланца болты / гайки должны быть затянуты от руки насколько это возможно, как первый шаг. Крепление фланца должно быть выполнено с учетом следующей последовательности затяжки:

- 1 Слабое крепление с использованием гаечного ключа.
- 2 Затяжка до 25% рекомендованного усилия затяжки.
- 3 Затяжка до 75% рекомендованного усилия затяжки.
- 4 Затяжка до 100% рекомендованного усилия затяжки.
- 5 Контрольная последовательность затяжки с применением 100% рекомендованного усилия затяжки.
- 6 Если возможно, то повторить шаги 4 и 5 после 24 часов, т.к. предварительное усилие могло ослабнуть в течение 24 часов.

Для того, чтобы не пропустить болт / гайку, затянутые болты / гайки должны быть промаркированы фломастером.

Для наглядности порядок крепления изображён на рис. 6.

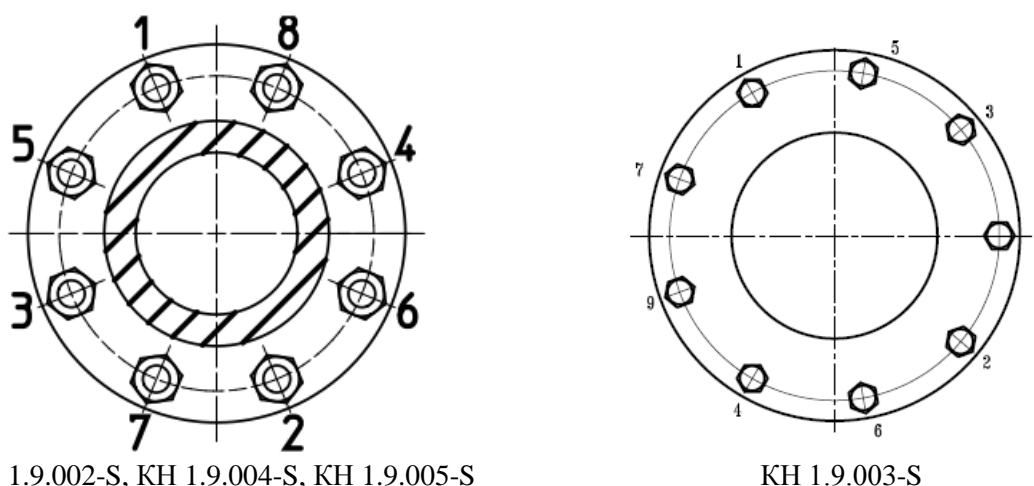


Рис. 6 Порядок крепления фланца

## 7.6 Заземление фланца

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

#### **Крайне важно наличие эффективного заземления!**

Вводы имеют одно или два резьбовых отверстия М12 для заземления фланца.

После затяжки болтов, крепящих ввод к баку трансформатора, необходимо заземлить фланец. Это позволяет предотвратить электрические разряды между фланцем ввода и баком трансформатора в нормальных условиях эксплуатации. Заземление произвести гибким проводом, один конец которого присоединяется болтом М12 к фланцу ввода с усилием 40 Нм, другой - к бобышке заземления на баке трансформатора.

## 7.7 Удаление воздуха и время выдержки

Трансформатор может быть провакуумирован вместе с установленными вводами. Если трансформатор вакуумируется во время заполнения маслом, то центральная труба не должна деаэрироваться. Если трансформатор не вакуумируется, то центральная труба ввода должна быть деаэрирована при помощи заглушки, вкрученной в верхнюю часть контактной шпильки.

**ВНИМАНИЕ:** После деаэрации центральной трубы ввода необходимо проконтролировать – плотно ли закручена заглушка в деаэрационное отверстие.

Высокое напряжение  $\geq U_n/\sqrt{3}$  должно быть приложено к вводу не ранее 12 часов после заполнения трансформатора маслом.

## 8 Контроль герметичности после монтажа

Поскольку контактная шпилька часто оказывается выше уровня масла в системе расширения трансформатора, необходимо проверять герметичность сборки контактной шпильки, т.к. при негерметичности сборки в этом месте вода может проникнуть непосредственно в изоляцию трансформатора. Здесь могут быть использованы различные способы (способ избыточного давления или вакуумный) и мы рекомендуем следовать указаниям фирмы, выполняющей монтаж вводов.

## 9 Техническое обслуживание вводов

### 9.1 Рекомендуемое техническое обслуживание и надзор

- Чистка поверхности силиконовых изоляторов.
- Измерение ёмкости и  $\tan \delta$ .
- Тепловизионный контроль за локальным перегревом контактов.
- Контроль герметичности.

### 9.2 Чистка поверхности силиконовых изоляторов

#### 9.2.1 Общее описание

Обычно силиконовые изоляторы не нуждаются в чистке, потому что из-за гидрофобной стабильности и её способности передачи гидрофобии в загрязненные области, силиконовая резина сохраняет ее водоотталкивающие свойства, даже когда постарела и сильно загрязнена.

#### 9.2.2 Чистка после транспортировки или монтажа и до проведения испытаний

Чистка загрязненных изоляторов, вызванная транспортировкой или появившаяся в процессе монтажа, не является необходимой, но может быть выполнена следующим образом:

- Легкое загрязнение 5% водный раствор моющего средства (например, жидкого мыла).
- Среднее загрязнение Алифатические гидрокарбонаты (например, Rivolta M.T.X. 100).
- Сильное загрязнение Ацетон, этиловый спирт, этиловый ацетат, МЭК.

Чистка выполняется хлопчатобумажной тканью не оставляющей ворса, пропитанной чистящим средством.

**Внимание:**

- Используйте чистящие средства в хорошо проветриваемых помещениях.
- Не вдыхайте пары и избегайте контакта их с кожей.
- Не пользуйтесь легковоспламеняющимися жидкостями вблизи открытого пламени.
- Применяйте защитные меры, описанные в инструкциях по безопасности на чистящие средства и регламентируемые национальными законами по охране здоровья и окружающей среды.

**9.2.3 Электрические испытания**

Перед проведением электрических испытаний необходима выдержка времени не менее 24 часов для восстановления гидрофобных свойств изолятора.

**9.3 Измерение ёмкости и  $\tan \delta$**

Рекомендации по проведению измерений изложены в п.10.

**9.4 Тепловизионный контроль за локальным перегревом контактов**

При протекании номинального тока температура контактной клеммы ввода превышает температуру окружающего воздуха на  $35 \div 45$  °С. Значительное превышение температуры, особенно при низких токовых нагрузках, свидетельствует о плохом контакте.

**9.5 Контроль герметичности**

Визуальный контроль на отсутствие утечек масла из трансформатора через уплотнения ввода проводится во время проведения планового обследования трансформатора.

## 10 Испытания вводов

### 10.1 Общие положения

Измерения ёмкости  $C_1$  и  $\operatorname{tg}\delta_1$  проводятся до и после установки ввода на трансформатор, а также при проведении периодической проверки трансформатора. Периодичность таких измерений в соответствии с требованиями «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» - не реже 1 раза в 4 года. Если эти величины начинают увеличиваться, то периодичность измерений может быть сокращена до 6 месяцев или менее, когда они становятся критическими или демонстрируют прерывистый тренд.

#### **Внимание!**

*В целях диагностики состояния изоляции ввода используются значения  $C_1$  и  $\operatorname{tg}\delta_1$ . Рекомендуемое напряжение для измерения  $C_1$  и  $\operatorname{tg}\delta_1$  – 10 кВ.*

*Мы не рекомендуем измерять значения  $C_3$  и  $\operatorname{tg}\delta_3$  для диагностики изоляции  $C_3$ , т.к. результат измерения этих величин в сильной степени зависит от загрязнённости и влажности окружающей среды. Кроме того, в процессе эксплуатации внешняя обкладка ввода заземлена, поэтому в изоляции между внешней обкладкой и фланцем отсутствует электрическое поле, а значит, отсутствуют электрические потери вызывающие ее нагрев и старение. При необходимости, значения  $C_3$  и  $\operatorname{tg}\delta_3$  могут быть измерены при напряжении 1 кВ.*

*Для измерения сопротивления изоляции измерительного вывода должен использоваться мегаомметр на напряжение не выше 1000В!*

### 10.2 Измерения ёмкости и $\operatorname{tg}\delta$

При обесточенном трансформаторе снимается крышка измерительного вывода и с помощью тест-адаптера измерительное оборудование подсоединяется к измерительному выводу, а испытательный источник напряжения - к контактной клемме ввода.

Значение  $\operatorname{tg}\delta_1$  изменяется в зависимости от температуры тела ввода и, следовательно, для сравнения с первоначально измеренной величиной, измеренную величину  $\operatorname{tg}\delta_1$  нужно привести к 20°C. Для этого её нужно разделить на корректирующий коэффициент, приведенный в табл. 4 или взятый из графика на рис.7.

Таблица 4

Температура тела ввода, °С	Коэффициент
10	1.20
20	1.00
30	0.85
40	0.77
50	0.75
60	0.77
70	0.82
80	0.90

При этом принимается допущение, что средняя температура тела ввода определяется по следующей формуле:

$$T = \frac{2 \cdot T_{\text{в}} + T_{\text{м}}}{3}, \text{ где:}$$

$T$  – средняя температура тела ввода;

$T_{\text{в}}$  – температура окружающего воздуха;

$T_{\text{м}}$  – температура масла в трансформаторе.



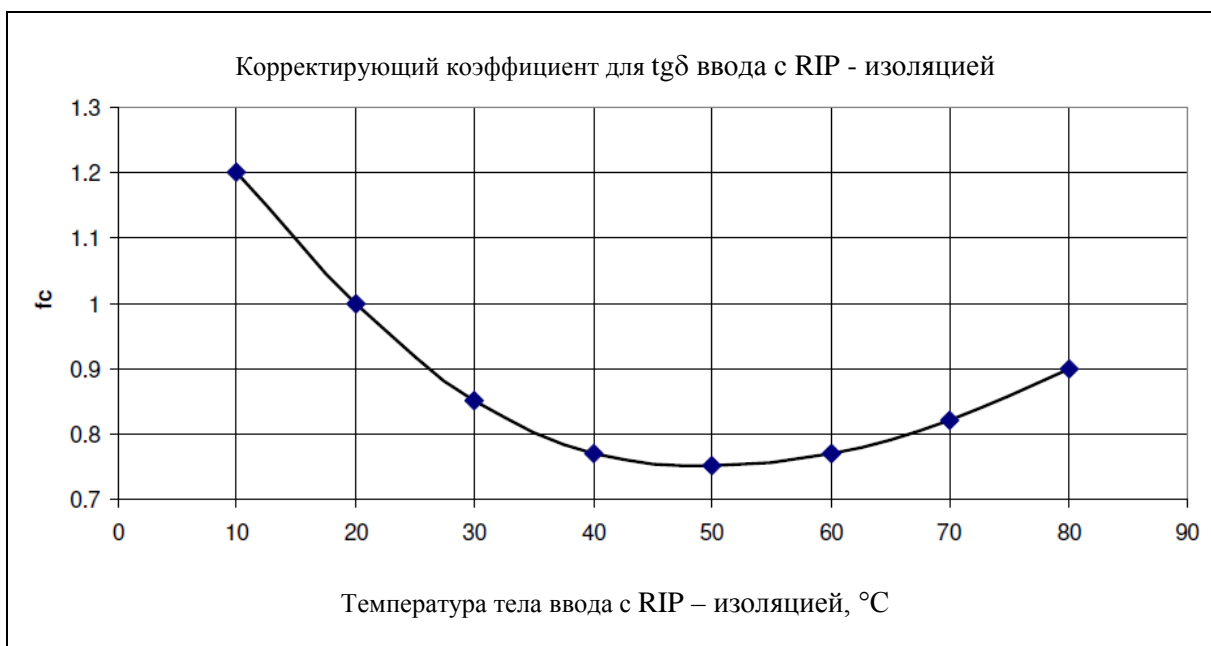


Рис. 7

Ёмкость  $C_1$  зависит от температуры ввода и увеличивается приблизительно на 0,04% при увеличении температуры на 1°C.

Значение ёмкости  $C_1$ , приведенное к 20°C:

$$C_{1,20^{\circ}\text{C}} = C_{1,\text{изм.}} \cdot (1 - \Delta T \cdot 0,0004), \text{ где разница температур } \Delta T = T_{\text{ввода}} - 20^{\circ}\text{C}$$

### 10.3 Измерительное оборудование

#### 10.3.1 Измерительный мост

Для измерения ёмкости и тангенса угла диэлектрических потерь используется измерительный мост (мост Шеринга) с переменным отношением плеч или измеритель параметров изоляции. Существует несколько конструкций мостов такого типа, выпускаемых различными изготовителями. Примеры измерительных мостов:

Таблица 5

Изготовитель	Модель
Doble Engineering Company, США	M2H
Tettex Instruments, Швейцария	2820a
ФГУП «НИИЭМП», г. Пенза, Россия	Тангенс 2000
ООО НПО «Техносервис-Электро», г. Москва, Россия	Вектор-2.0 М
ГНПП «Спецавтоматика», г. Киев, Украина	P-5026 М
ГНПП «Спецавтоматика», г. Киев, Украина	CA7100-1, CA7100-2

По вопросам использования моста необходимо ознакомиться с инструкцией изготовителя.

### 10.3.2 *Источник напряжения*

При измерении ёмкости и  $\text{tg}\delta$  необходимо иметь источник напряжения, как минимум на 10 кВ. Источник может быть независимый, либо встроенный в измерительное оборудование.

### 10.4 *Установка и подключение моста*

#### **ОПАСНОСТЬ! Убедитесь, что трансформатор не работает и обесточен!**

Для обеспечения безопасности и снижения влияния наводок, все обмотки трансформатора должны быть закорочены. Обмотки, не подсоединённые к испытываемому вводу, должны быть заземлены. Руководствуясь инструкцией на измерительный мост, подключите его к измерительному выводу ввода.

В зависимости от того, какая изоляция испытывается -  $C_1$  или  $C_3$ , испытательное напряжение подаётся соответственно к контактной клемме ввода или измерительному выводу.

Измерительные провода должны быть как можно короче и не должны касаться заземлённых объектов. Бандаж и перемычки крепления должны быть сухими и чистыми.

***Измерительный вывод должен быть чистым и сухим.***

### 10.5 *Процедура измерения*

Клемму заземления моста подсоединить к клемме заземления на трансформаторе. При измерении на не установленном на трансформатор вводе его фланец должен быть заземлен.

Для обеспечения возможности сравнения результатов измерений со значениями протокола приёмосдаточных испытаний прилагаемого к каждому вводу, ёмкость  $C_1$  и  $\text{tg}\delta_1$  измеряются при напряжении 10 кВ. Мы рекомендуем проводить это измерение пошагово: 2, 4, 6, 8, 10 кВ. Результаты измерений должны быть очень близкими. Существенные отличия могут указывать на влияние внешних наводок на измерительную цепь или плохой контакт в измерительной цепи, например, в присоединении к измерительному выводу.

Методика измерений должна соответствовать инструкции на измерительный мост.

После завершения измерений тест-адаптер с измерительного вывода снять и перевернуть защитную крышку, предохраняющую измерительный вывод от попадания воды и загрязнения (при этом измерительный вывод автоматически заземляется).

**ВНИМАНИЕ:** *Измерительный вывод не должен оставаться открытым ни во время эксплуатации, ни при хранении ввода.*

### 10.6 *Инструкция по эксплуатации измерительного вывода*

#### 10.6.1 *Конструкция*

Тест-вывод является принадлежностью вводов конденсаторного типа. Наличие тест-вывода делает возможным доступ к тест-обкладке, изолированной от фланца и внешней среды и, таким образом, разделить общую ёмкость ввода на две ёмкости:  $C_1$  (труба - тест-обкладка) и  $C_3$  (тест-обкладка - фланец).

Тест-вывод сконструирован таким образом, что когда он не используется для измерений, тест-обкладка автоматически заземляется при накручивании на него защитной крышки. Для проведения измерений с тест-вывода нужно выкрутить защитную крышку и вставить тест-адаптер с отверстием диаметром 4 мм или адаптер для постоянного подключения измерительных цепей (см. рис.8).

#### 10.6.2 *Назначение*

Обычно тест-вывод служит для измерения  $C_1$  и тангенса угла диэлектрических потерь  $\text{tg}\delta_1$ . Самая распространённая схема измерения для этой цели представлена на рис.9.

Тест-вывод может также использоваться для постоянного измерения напряжения или мониторинга частичных разрядов. Максимально допустимое напряжение между тест-обкладкой и фланцем должно быть не более **1,5 кВ**. Снимаемая мощность с тест-вывода - **5...10 ВА**, в зависимости от

номинального напряжения  $U_N$  и ёмкости ввода  $C_1$ . Для ограничения напряжения до 1,5кВ параллельно ёмкости  $C_3$  всегда должно быть подключено сопротивление. Этим сопротивлением является, главным образом, ёмкость  $C_Z$ , минимальное значение которой вычисляется следующим образом:

$$C_{Z\min} = C_1 \left( \frac{U_N}{\sqrt{3} \times 1,5\text{кВ}} - 1 \right) - C_3$$

Величины  $C_1$  и  $C_3$  могут быть взяты из протокола испытаний конкретного ввода. Чтобы получить искомое напряжение  $U$ , необходимо установить ёмкость  $C_Z$

$$C_Z = C_1 \left( \frac{U_N / \sqrt{3}}{U} - 1 \right) - C_3 \geq C_{Z\min}$$

Для того, чтобы отобрать активную мощность от тест-вывода, необходимо параллельно  $C_3$  подключить активное сопротивление  $R_Z$ . Мощность  $P$ , отбираемая от тест-вывода, вычисляется по формуле

$$P = \frac{(U_N / \sqrt{3})^2}{R_Z} \cdot \frac{1}{a^2 + b^2}, \quad \text{где:} \quad a = 1 + \frac{C_3}{C_1}, \quad b = \frac{1}{\omega C_1 R_Z}$$

При этом должно сохраняться условие  $U \leq 1,5\text{кВ}$ . Оно может быть проверено вычислением по формуле

$$U = \frac{U_N / \sqrt{3}}{a^2 + b^2} \cdot \sqrt{a^2 + b^2} \leq 1,5\text{кВ}$$

**ВНИМАНИЕ:** Без добавочного сопротивления напряжение на тест-выводе всегда будет выше 1,5кВ. Если ввод находится под напряжением, то либо тест-вывод должен быть соединен с фланцем (заземлен), либо созданный делитель напряжения должен ограничить напряжение на тест-выводе до 1,5кВ подключением добавочного сопротивления.

**В противном случае, ввод будет повреждён и может взорваться!**

Достижимая точность измерений зависит от изменения  $C_1$  и  $C_3$ , как функции температуры ввода. Погрешность измерения не должна превышать величину 5%.

### 10.6.3 Подсоединение

#### 10.6.3.1 Измерение ёмкости и тангенса угла диэлектрических потерь

Сначала, в тест-вывод вставьте 4 мм тест-адаптер, затем в тест-адаптер воткните стандартный 4 мм штырек от провода, идущего к измерительному мосту.

#### 10.6.3.2 Постоянные измерения

Тест-адаптер для постоянного подключения измерительных цепей накручивается на тест-вывод. Затем экранированный кабель с UNF или N-типа соединителем подсоединяется к тест-адаптеру (см. рис.8). Тип кабеля зависит от величины напряжения и необходимости экранирования.

### 10.6.4 Испытание изоляции

Электрическая прочность изоляции тест-вывода каждого ввода проверяется в течение 1 мин напряжением 5 кВ во время проведения приёмо-сдаточных испытаний в соответствии с ГОСТ Р 55187-2012.

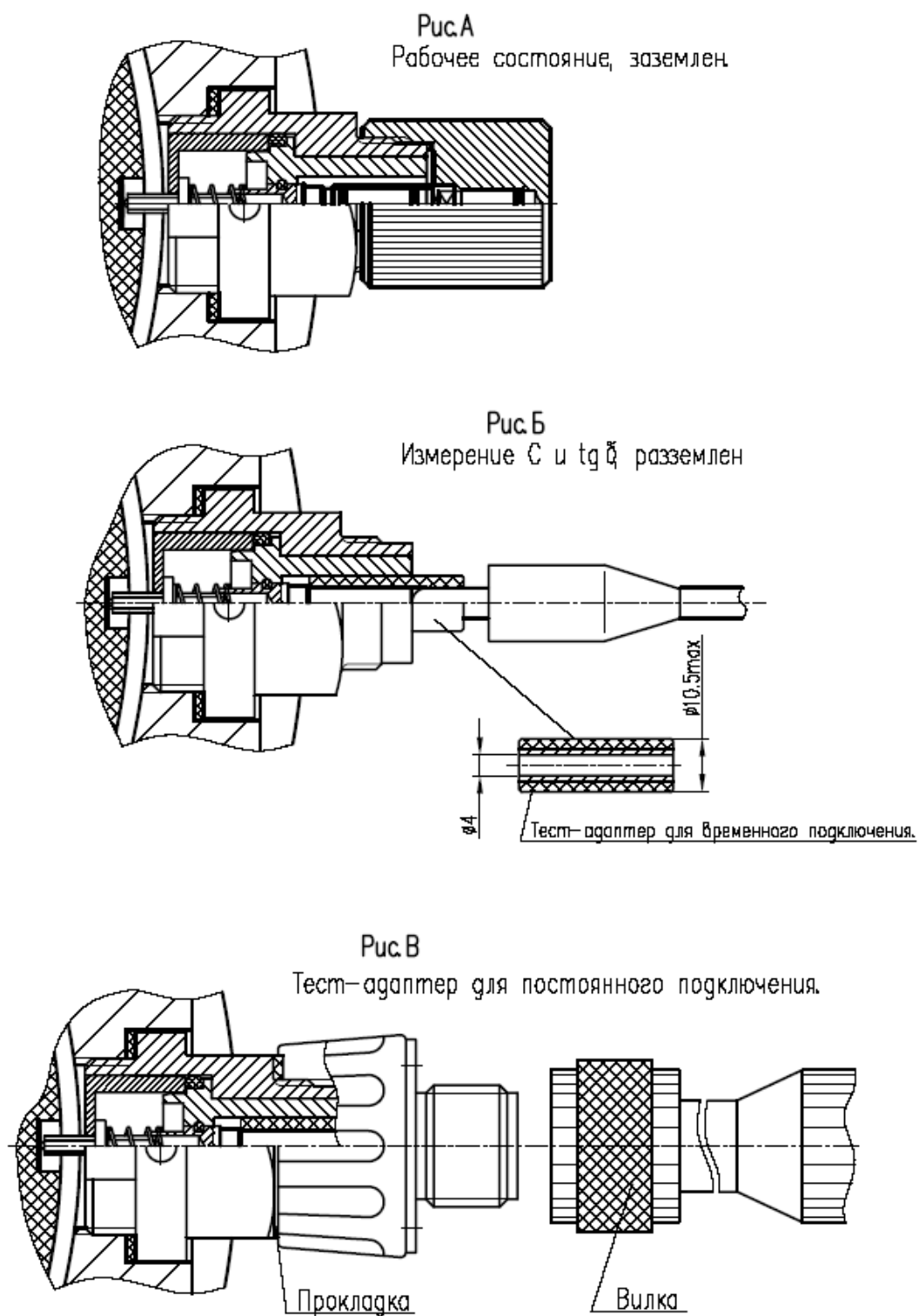
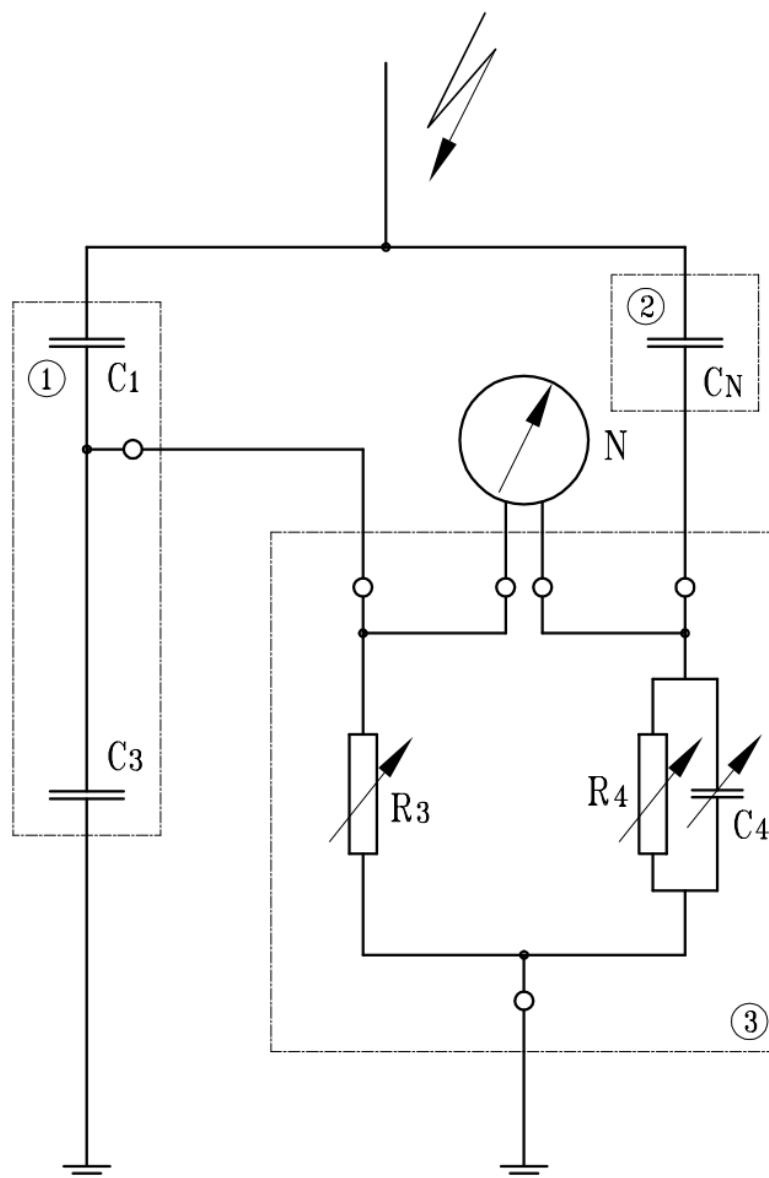


Рис. 8 Измерительный вывод



1	Ввод	$C_1$ : Ёмкость – высоковольтный проводник- последняя обкладка $C_3$ : Ёмкость – последняя обкладка-фланец
2	Стандартный конденсатор	$C_N$
3	Мост Шерига	$R_3, R_4, C_4$ : Элементы измерительного моста N: Нуль-индикатор

$$C_1 = C_N R_4 / R_3; \tan \delta = R_4 2\pi f C_4$$

Рис. 9 Чертеж измерительной цепи

## **11 Анализ результатов испытаний**

Измеренное и скорректированное значение  $\text{tg}\delta_1$  сравнивается с данными протокола приёмо-сдаточных испытаний. В состоянии поставки полученное значение  $\text{tg}\delta_1$  должно быть близким к паспортному значению.

Существенное отличие значения ёмкости  $C_1$  от указанного в протоколе приёмо-сдаточных испытаний (более чем на 5%), может указывать на повреждение в процессе транспортировки или при монтаже, поэтому этот ввод не должен ставиться в эксплуатацию. Мы строго рекомендуем проводить измерение  $C_1$  после установки ввода на трансформатор, т.к. её величина может быть несколько меньше заводской из-за влияния ёмкости трансформатора по отношению к земле.

Значение ёмкости  $C_3$  зависит от того, как ввод встроен в трансформатор и не используется для диагностики. Значение  $\text{tg}\delta_3$  также не используется для диагностики изоляции ввода (см. п.10.1).

В процессе эксплуатации происходит старение изоляции ввода, о чем свидетельствует увеличение значения  $\text{tg}\delta_1$ . **Предельная величина  $\text{tg}\delta_1$  не должна превышать 0,7%.**

Увеличение ёмкости  $C_1$  в процессе эксплуатации может означать пробой одного или нескольких слоёв изоляции ввода.

При достижении предельной величины  $\text{tg}\delta_1$  или увеличении ёмкости  $C_1$  более, чем на 5% просим связаться с ООО «АББ» для получения рекомендаций о возможности дальнейшей эксплуатации ввода.

Срок эксплуатации ввода – не менее 30 лет.

## **12 Запасные части и ремонт**

### **12.1 Запасные части**

При заказе запасных частей укажите серийный номер и тип ввода.

### **12.2 Ремонт**

Ремонт должен быть произведён в соответствии с инструкциями ООО «АББ». Для этого нужно указать серийный номер ввода и точное описание повреждения.

## **13 Утилизация**

При достижении конца срока службы это изделие должно быть утилизировано точно в соответствии с местными законами и правилами.

Все содержащиеся вещества и материал до повторного использования должны быть рассортированы. Изделие в целом и какие-либо его отдельные части не содержат токсических веществ.

Предохранение дыхательных путей, защита кожи или какие-либо другие меры предосторожности не требуются. Применяйте общие или надлежащие правила техники безопасности для предотвращения несчастных случаев в процессе работы. В случае неопределённости, пожалуйста, свяжитесь с ООО «АББ» для получения дальнейшей информации и инструкций.

## **14 Комплектация**

В комплект поставки каждого отправляемого ввода входят следующие документы и комплектующие детали:

### *1. Документация:*

- паспорт - формуляр;
- руководство по эксплуатации;
- габаритный чертёж;
- упаковочный лист.

### *2. Комплектующие детали:*

- тест-адаптер - 1 шт.;
- контактная клемма – в соответствии с заказом.

Для вводов **КН 1.9.003-S** дополнительно поставляются:

- переходный фланец - 1 шт.;
- резиновое уплотнение под переходный фланец - 1 шт.;
- болт М12х32 - 8 шт.;
- шайба М12 02.029 - 8 шт.

## **15 Адрес завода - изготовителя**

По всем вопросам, связанным с установкой и эксплуатацией данных вводов обращайтесь на завод-изготовитель по следующему адресу:

Россия, 141371, Московская область, г. Хотьково, ул. Заводская, 1, а/я 8  
тел: (495) 7772220, доб.1200.

[www.abb.ru](http://www.abb.ru)

Сервисный центр высоковольтного оборудования ООО «АББ»:

Адрес: 117997, г.Чебоксары, пл. Речников, 3

Тел. : +7(8352) 220-07-22.

Факс: +7(8352) 220-07-22.

E-mail: HVservice@ru.abb.com