

**Вводы типа BRIT-90-110-550/2000  
с твердой RIP-изоляцией  
для трансформаторов,  
класс напряжения 110 кВ**

**Руководство по эксплуатации**

**ГКСЛ 680205.007 РЭ**

**Выпуск 12**

## 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.....	5
5	Маркировка.....	5
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.....	15
11	Анализ результатов испытаний.....	21
12	Утилизация.....	21
13	Комплектация.....	22
14	Адрес завода – изготовителя.....	22

## 1 Общие указания

Требования настоящего руководства распространяются на вводы типа BRIT 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 типа BRIT. Вопросы связанные с ремонтом вводов в настоящем руководстве не рассматриваются. В случае повреждения ввода при транспортировке, монтаже или в 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) - проходные изоляторы, предназначенные для вывода высокого напряжения из бака трансформатора, являются конструктивно самостоятельными изделиями. Вводы предназначены для работы в условиях климата О категории 1 по ГОСТ15150-69.

## 3 Классификация

Данное руководство распространяется на вводы типа BRIT-90-110-550/2000 на номинальный ток 2000 А. Основные технические характеристики этих вводов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Тип ввода	BRIT-90-110-550/2000	
	Номер габаритного чертежа	КН 1.9.001 КН 1.9.006 КН 1.9.007
Класс напряжения, кВ	110	
Наибольшее рабочее напряжение ввода, кВ	135	
Максимальное фазное напряжение, кВ	78	
Номинальный ток, А	2000	
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 дождем (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	2500	
Длина пути утечки, мм и соответствующая ей степень загрязнения, не менее	2800 (II)	4195 (IV)

Расшифровка условного обозначения вводов:

### **BRIT-90-110-550/2000**

В - bushing (ввод);

R - resin (смола);

I - impregnated (пропитанный);

T - transformer (трансформаторный);

90 - допустимый угол наклона к вертикали в градусах;

110 - класс напряжения, кВ;

550 - напряжение грозового испытательного импульса, кВ;

2000 - номинальный ток, А.

#### 4 *Конструкция*

Основной внутренней изоляцией ввода является твёрдое изоляционное тело (поз.1), состоящее из электроизоляционной бумаги, намотанной на латунную трубу (поз.2), разделённое на слои алюминиевыми уравнительными обкладками и пропитанное эпоксидной смолой под вакуумом. Фарфоровый изолятор (поз.3) прижат к фланцу (поз.4) посредством пружинной системы (поз.5), находящейся в верхней части ввода.

Для защиты изоляционного тела от увлажнения между ним и фарфоровым изолятором находится упругий наполнитель “Микагель” (поз.6).

Для подключения обмотки трансформатора используется внутренняя контактная шпилька (поз.7), к которой крепится контактная клемма (поз.8).

Для удаления воздуха из бака трансформатора на фланце ввода имеется деаэрационное отверстие с резьбой, в которое вкручена заглушка (поз.9).

Последняя обкладка внутренней изоляции соединена с измерительным выводом (поз.10), который служит для измерения тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ), ёмкости ( $C$ ) и частичных разрядов (ЧР). Конструкция измерительного вывода такова, что последняя обкладка автоматически заземляется при навинчивании на него крышки. Она разземляется при отвинчивании крышки для подключения тест-адаптера, служащего для подсоединения электрических цепей.

**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  $\text{tg}\delta_3$ ;

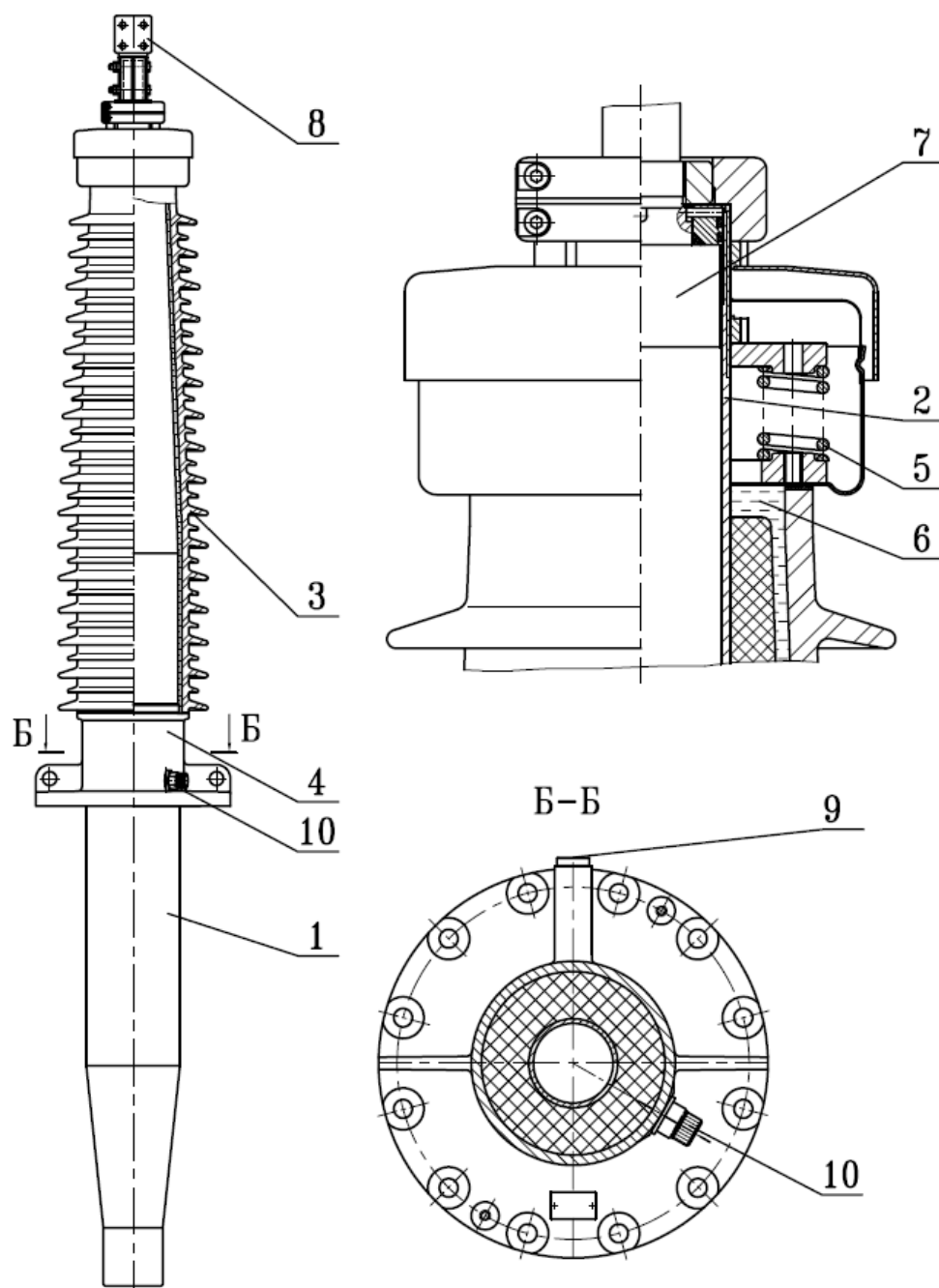


Рис. 1 Конструкция ввода

- 1) Тело ввода; 2) Латунная труба; 3) Фарфоровый изолятор; 4) Фланец;  
 5) Пружинная система; 6) Наполнитель "Микагель"; 7) Внутренняя контактная шпилька;  
 8) Контактная клемма; 9) Заглушка деаэрационного отверстия; 10) Измерительный вывод;

**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 ложементах с эластичными прокладками. На ящике имеется маркировка "Верх". 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. 2).

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

Таблица 2

Период хранения	Снаружи, в защищенном от дождя месте	Внутри сухого помещения (конденсации влаги нет)
До 6 месяцев	<b>В упаковочном ящике поставщика, покрытом пленкой.</b> Рекомендуется: 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  $tg\delta_1$  при напряжении 10 кВ. Если расхождение в  $tg\delta_1$  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 фарфорового изолятора. Освободите ввод от крепления в упаковке, используя для этого систему строповки, изображенную на рис. 2: один конец стропа охватывает шейку фланца, а второй между ребер фарфорового изолятора 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 фарфорового изолятора, 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. 3). 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 фарфорового изолятора. Вблизи головной части стропы должны быть продеты внутри петли из стропы, обвязанной вокруг изолятора, и прикреплены ко второму подъемному устройству. Ввод двумя кранами поднимается в горизонтальном положении на необходимую высоту, затем фланцевый конец опускается вниз.

На рис. 4 изображен подъём ввода под определенным углом.

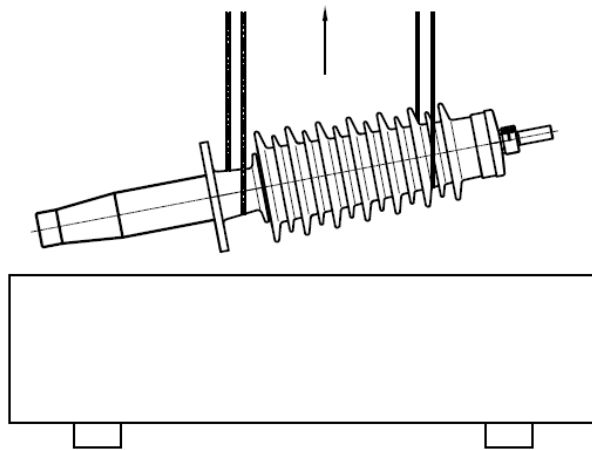


Рис. 2 Извлечение ввода из упаковки

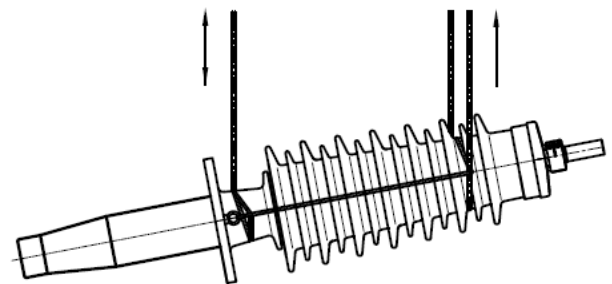


Рис.3 Выведение ввода в вертикальное положение с помощью двух кранов



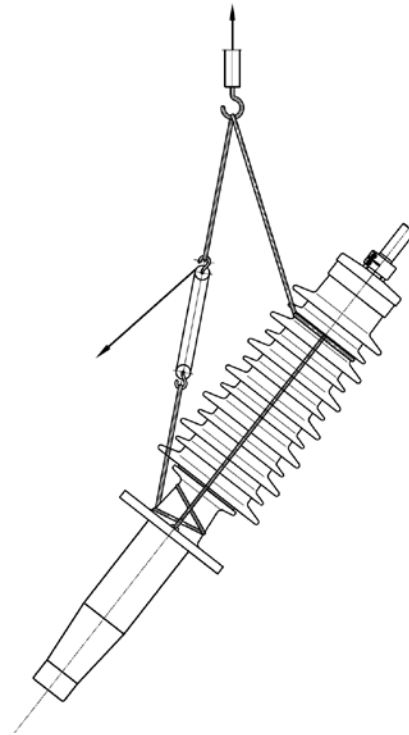


Рис. 4 Подъем ввода под определенным углом.

## 7.2 Монтаж переходного фланца

Вводы типа BRIT-90-110-550/2000, КН 1.9.001 комплектуются переходными фланцами, которые поставляются отдельно. 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. 5. Для герметизации соединения используется шнур из нитрильной маслостойкой, морозоустойчивой резины, который поставляется 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.

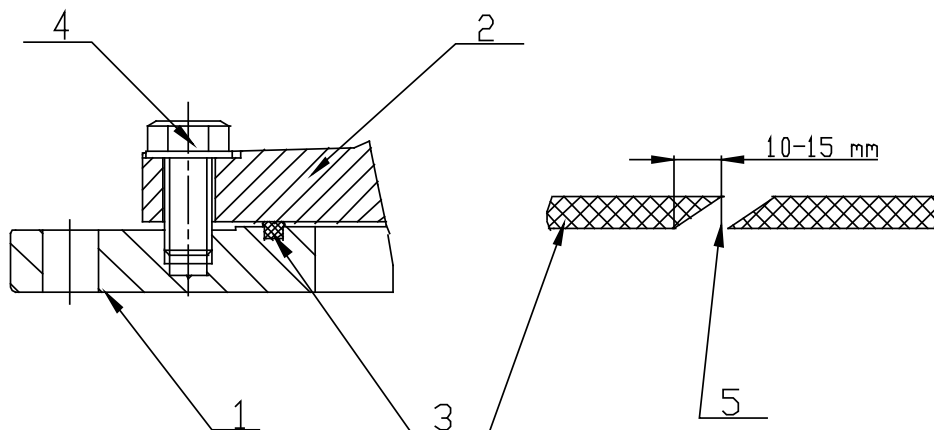


Рис. 5 Монтаж переходного фланца

1 - переходный фланец; 2 - фланец ввода; 3 - уплотнительный шнур; 4 - крепёж;  
5 - стыковка концов шнура «на ус».

### 7.3 Установка на трансформатор

Вводы типа BRIT не содержат трансформаторного масла и поэтому могут устанавливаться на трансформатор после транспортирования и хранения без предварительного выдерживания в вертикальном положении.

**Внимание!**

Герметичность сборки контактной шпильки обеспечивается уплотнительными кольцами из силиконовой резины MVQ (см. рис. 6): поз. 5 - 1 шт; поз. 6 - 2 шт, которые при транспортировке одеваются на стержень контактной шпильки и устанавливаются на свои рабочие позиции при монтаже ввода после протягивания шпильки с припаянным отводом обмотки трансформатора через трубу ввода.

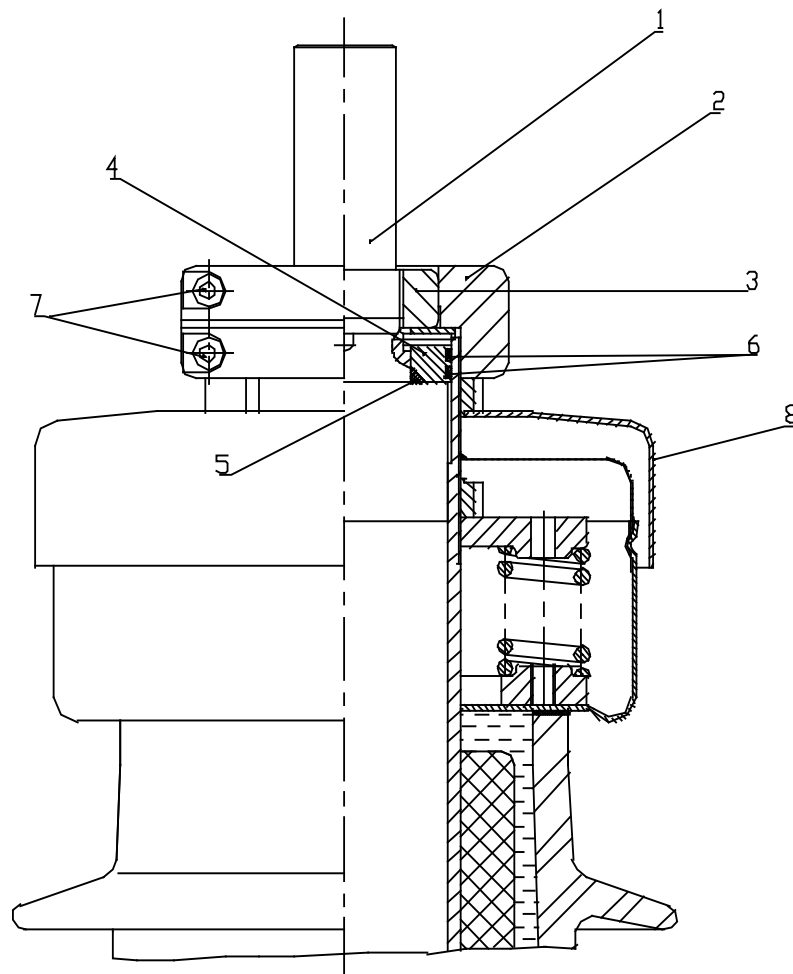


Рис. 6 Верхняя часть ввода типа BRIT-90-110-550/2000

- 1) контактная шпилька; 2) внешняя гайка; 3) внутренняя гайка 4) опорное кольцо; 5) и 6) резиновые уплотнительные кольца; 7) винт с цилиндрической головкой и с шестигранным углублением под ключ; 8) защитный кожух.



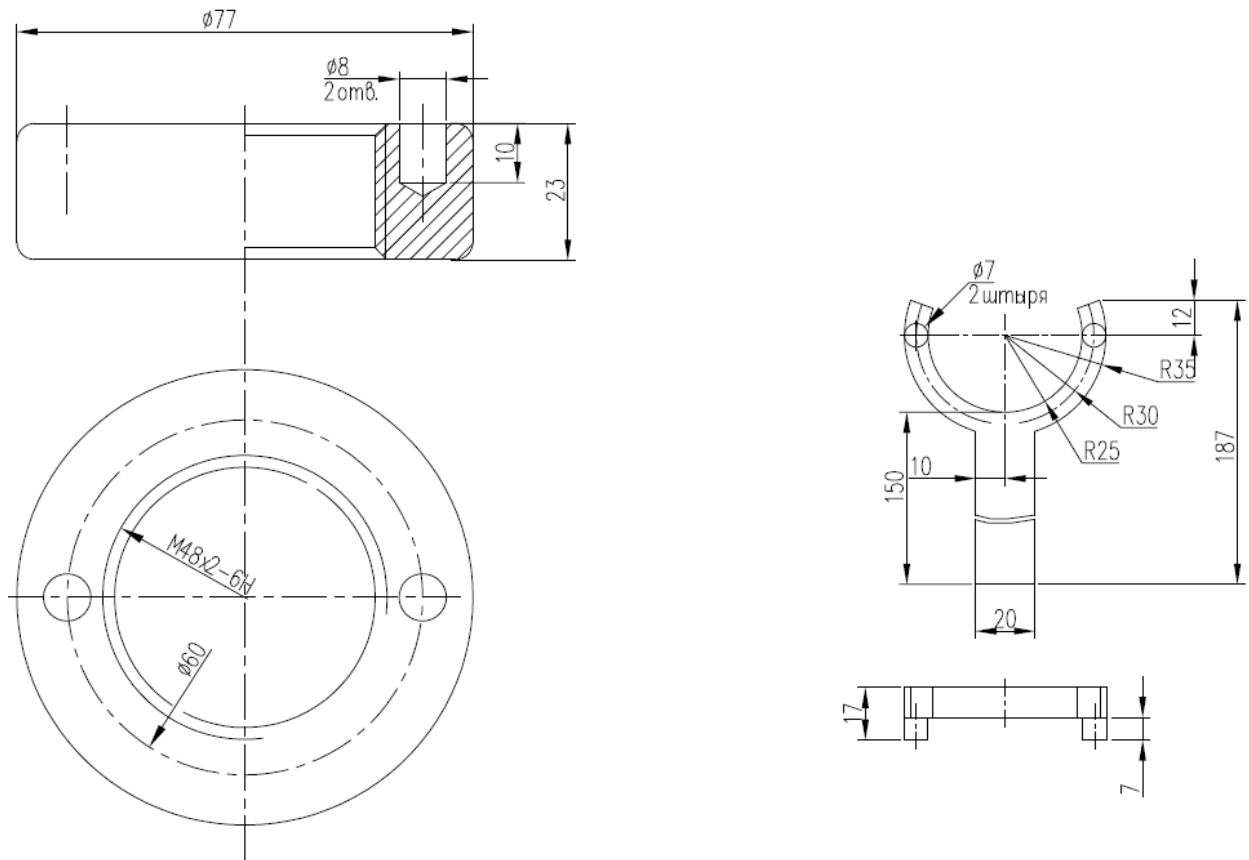


Рис. 8 Внутренняя гайка и спецключ

#### 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.

Незащищённая 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. 9.

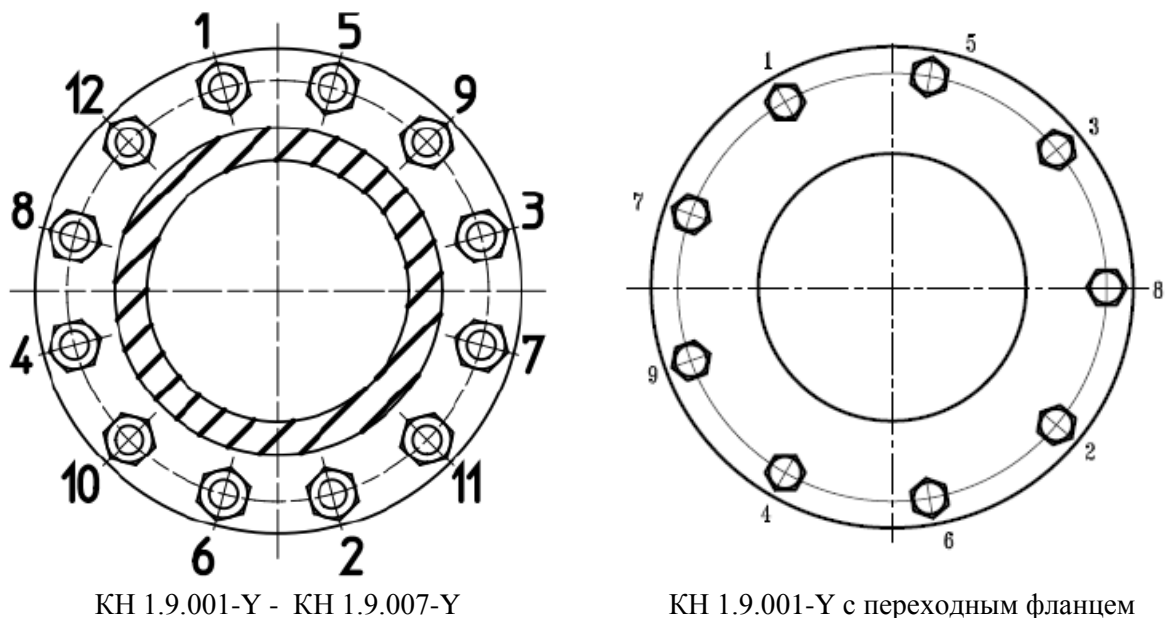


Рис. 9 Порядок крепления фланца

### 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 внешняя контактная шпилька часто оказывается выше уровня масла в системе расширения трансформатора, необходимо проверять герметичность сборки внешней контактной шпильки, поскольку при негерметичности сборки в этом месте вода может проникнуть непосредственно в трансформатор.

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 фарфоровых изоляторов
- Измерение ёмкости и  $\text{tg } \delta$
- Тепловизионный контроль за локальным перегревом контактов
- Контроль герметичности

### **9.2 Чистка поверхности фарфоровых изоляторов**

**ВНИМАНИЕ:**

Избегайте попадания растворителя на уплотнительные прокладки и места соединений фарфорового изолятора.

В условиях сильного загрязнения окружающей среды рекомендуется очищать поверхность фарфорового изолятора. Это может быть сделано водяной струей или протиркой влажной тканью. При необходимости может быть использован этиловый спирт или этиловый ацетат.

### **9.3 Измерение ёмкости и $\text{tg } \delta$**

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  $\text{tg}\delta_1$  проводятся до и после установки ввода на трансформатор, а также при проведении периодической проверки трансформатора. Периодичность таких измерений в соответствии с требованиями «Объёмы 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  $\text{tg}\delta_1$ . Рекомендуемое напряжение для измерения  $C_1$  и  $\text{tg}\delta_1$  – 10 кВ.**

**Мы не рекомендуем измерять значения  $C_3$  и  $\text{tg}\delta_3$  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 её нагрев и старение. При необходимости, значения  $C_3$  и  $\text{tg}\delta_3$  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 $\text{tg}\delta$

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  $\text{tg}\delta_1$  изменяется в зависимости от температуры тела ввода и, следовательно, для сравнения с первоначально измеренной величиной, измеренную величину  $\text{tg}\delta_1$  нужно привести к 20°C. Для этого её нужно разделить на корректирующий коэффициент, приведённый в табл. 3 или взятый из графика на рис.10.

Таблица 3

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.

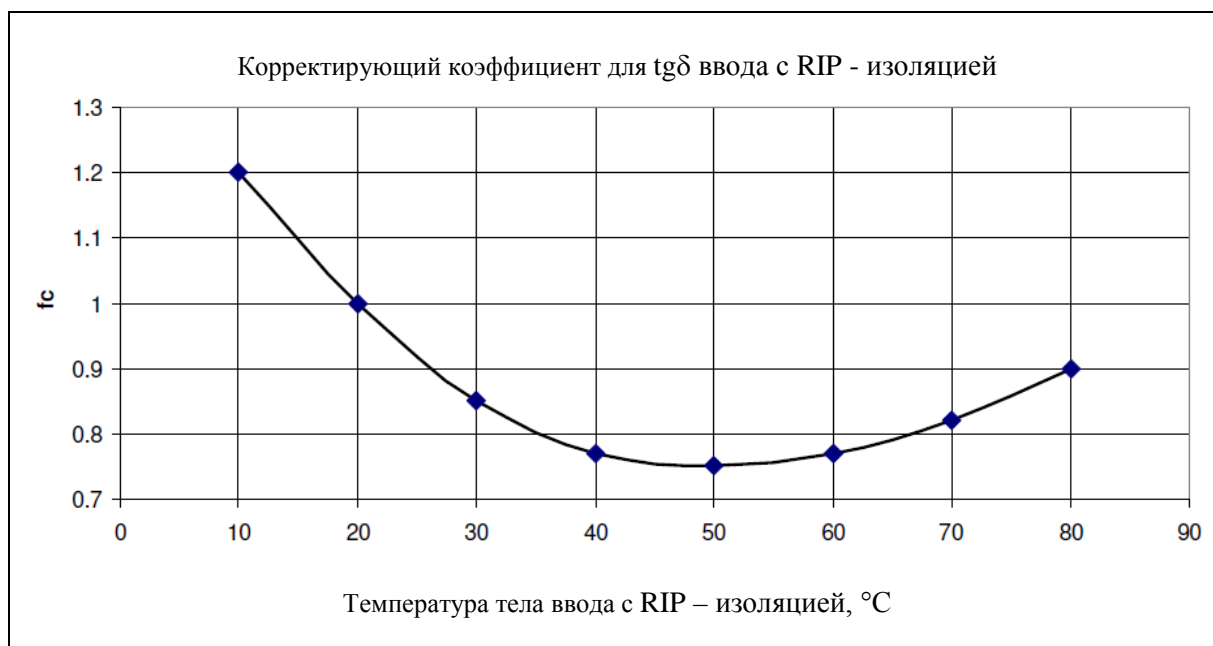


Рис. 10

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

Значение емкости  $C_1$ , 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 4

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 заземлён.

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.11).

#### 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.12.

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.11). 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.

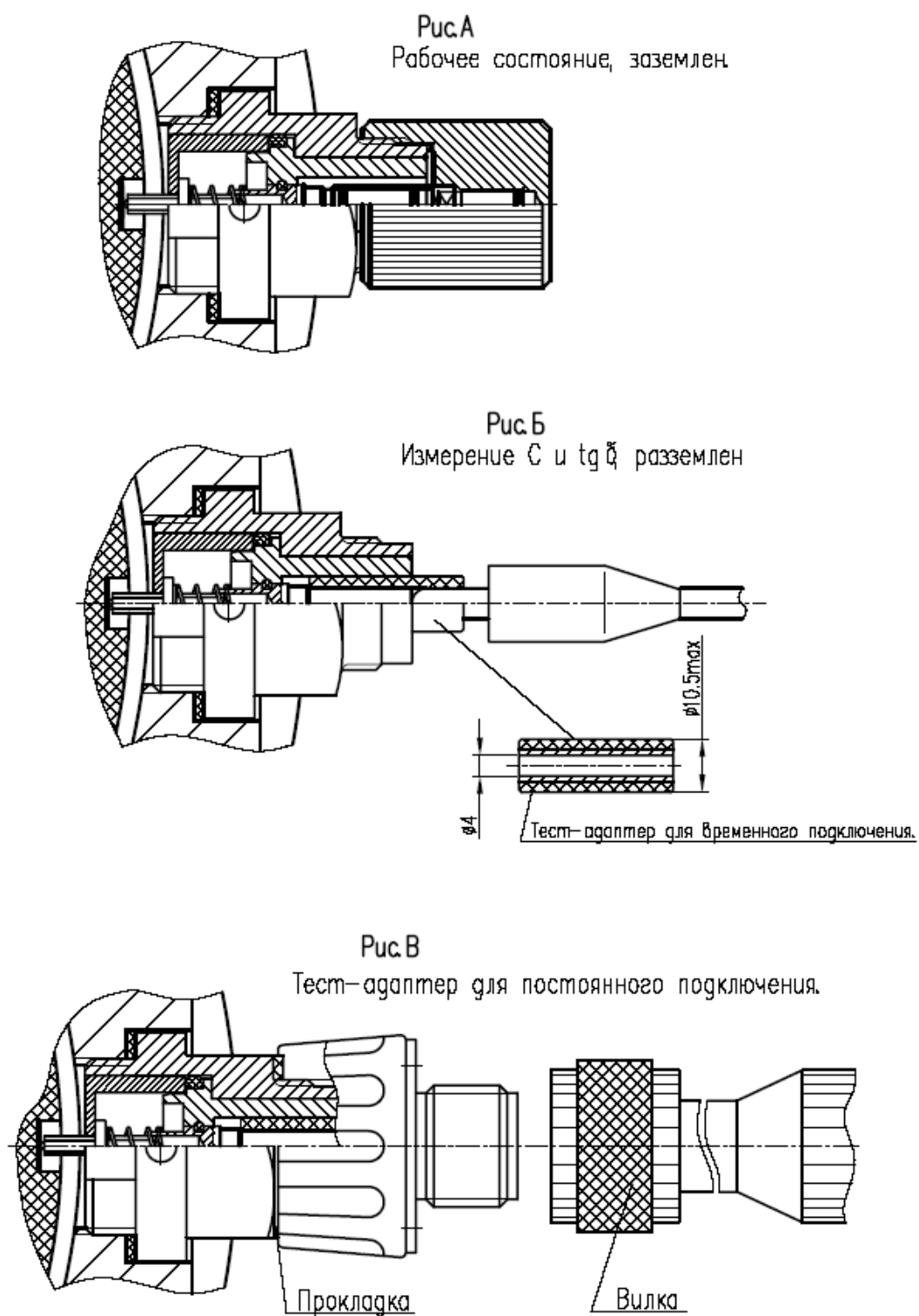
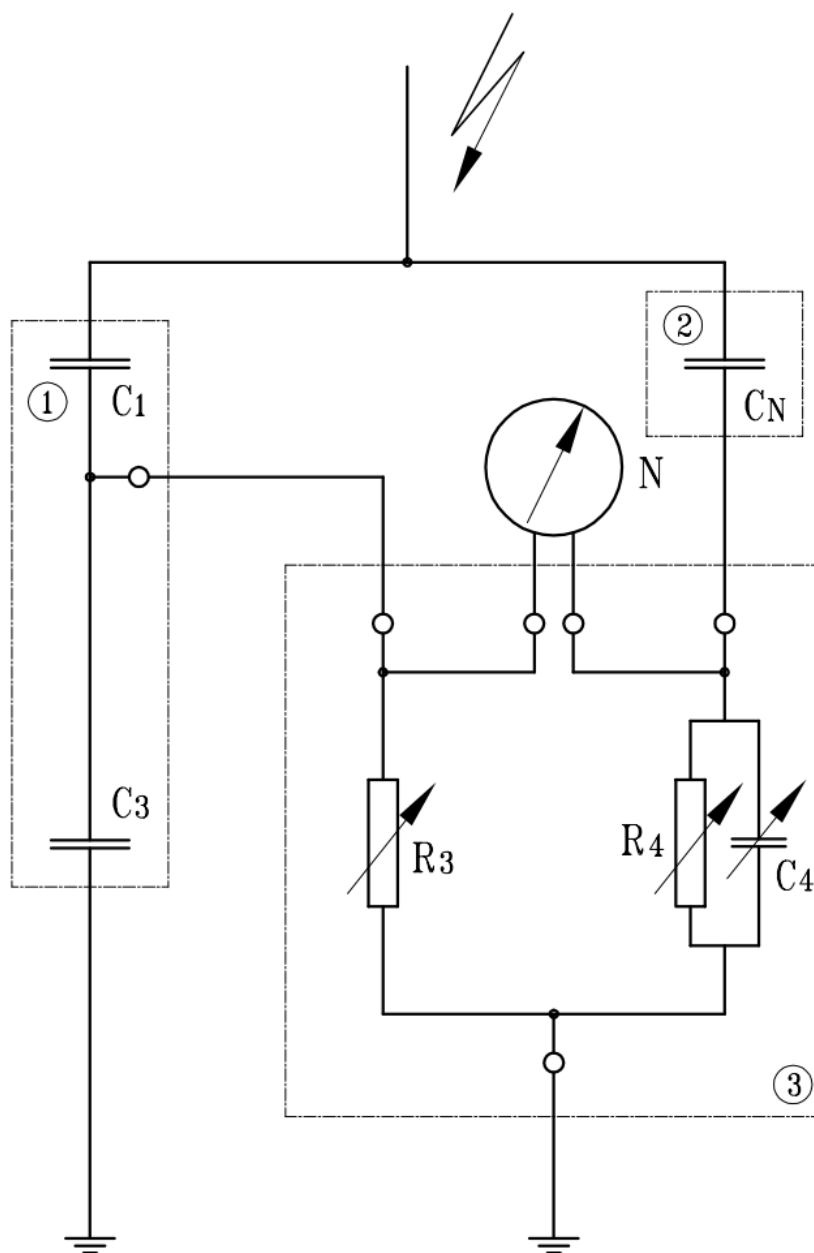


Рис. 11 Измерительный вывод



1	Ввод	C <sub>1</sub> : Ёмкость – высоковольтный проводник- последняя обкладка C <sub>3</sub> : Ёмкость – последняя обкладка-фланец
2	Стандартный конденсатор	C <sub>N</sub>
3	Мост Шерига	R <sub>3</sub> , R <sub>4</sub> , C <sub>4</sub> : Элементы измерительного моста N: Нуль-индикатор

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

Рис. 12 Чертёж 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 слоев 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 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 требуется. Применяйте общие или надлежащие правила техники безопасности для предотвращения несчастных случаев в процессе работы. В случае неопределенности, пожалуйста, свяжитесь с ООО «АББ» для получения дальнейшей информации и инструкций.

### **13      *Комплектация***

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

*1. Документация:*

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

*2. Комплектующие детали:*

- тест-адаптер - 1 шт.;
- резиновое кольцо - уплотнение под контактную шпильку (см. рис.6, поз.5) - 2 шт. (1-ое - штатное, 2-ое - запасное);
- резиновое кольцо - уплотнение на опорное кольцо (см. рис.6, поз.6) - 4 шт. (2 - штатных, 2 - запасных)
- контактная клемма - по отдельному заказу.

Для ввода **КН 1.9.001** дополнительно поставляются:

- переходный фланец - 1 шт.;
- резиновое уплотнение под переходный фланец - 1 шт.;
- болт М20х45 - 12 шт.;
- шайба М20 02.029 - 12 шт.

### **14      *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