

**Вводы типа BRIT  
с твердой изоляцией  
для трансформаторов,  
класс напряжения 220 кВ**

**Руководство по эксплуатации**

**ГКСЛ 680205.006 РЭ**

**Выпуск 14**

## 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.....	6
6.1	Ввод в состоянии поставки.....	6
6.2	Правила хранения вводов.....	6
6.3	Действия в случае нарушения правил хранения.....	6
7	Монтаж вводов.....	7
7.1	Такелажные работы.....	7
7.2	Установка на трансформатор.....	8
7.3	Очистка поверхности ввода и стыков.....	9
7.4	Порядок затяжки и динамометрические усилия.....	9
7.5	Заземление фланца.....	10
8	Удаление воздуха, время выдержки.....	10
9	Контроль герметичности после монтажа.....	11
10	Техническое обслуживание вводов.....	11
10.1	Рекомендуемое техническое обслуживание и надзор.....	11
10.2	Чистка поверхности фарфоровых изоляторов.....	11
10.3	Измерение ёмкости и tgδ.....	11
10.4	Тепловизионный контроль за локальным перегревом контактов.....	11
10.5	Контроль герметичности.....	11
11	Испытания вводов.....	12
11.1	Общие положения.....	12
11.2	Измерение ёмкости и tgδ.....	12
11.3	Измерительное оборудование.....	13
11.4	Установка и подключение моста.....	14
11.5	Процедура измерения.....	14
11.6	Инструкция по эксплуатации измерительного вывода.....	14
12	Анализ результатов испытаний.....	16
13	Утилизация.....	16
14	Комплектация.....	17
15	Адрес завода - изготовителя.....	17
	Рис.4 Чертеж верхней части ввода.....	18
	Рис.5 Чертеж измерительного вывода.....	19
	Рис.6 Чертеж измерительной цепи.....	20
	Фото 1-11 Сборка ввода типа BRIT-90-220-1050/2000.....	21-26

## 1 Общие указания

Требования настоящего руководства распространяются на вводы типа BRIT с твердой RIP-изоляцией на напряжение 220 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 твердой 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

Классификация вводов по типам и каталожным номерам с указанием основных характеристик приведена в табл.1.

Таблица 1

Тип ввода	BRIT-90-220-1050/2000
Номер габаритного чертежа	КН2.9.001У, КН2.9.002У, КН2.9.003У, КН2.9.004У, КН2.9.005У, КН2.9.006У, КН2.9.007У, КН2.9.008У
Класс напряжения, кВ	220
Наибольшее рабочее напряжение ввода, кВ	252
Максимальное фазное напряжение, кВ	145
Номинальный ток, А	2000
Уровень частичных разрядов при напряжении $2,0 \cdot U_{\max} / \sqrt{3}$ , пКл	< 2
Испытательное одноминутное напряжение в сухом состоянии, кВ	505
Выдерживаемое напряжение под дождём (50 Гц), кВ	460
Напряжение грозового испытательного импульса 1,2/50 мкс, кВ	1050
Предельный угол установки к вертикали	90
Испытательная (1 мин) консольная нагрузка, Н	5000
Длина пути утечки, мм и соответствующая ей степень загрязнения, не менее	7900 (IV)

Расшифровка условного обозначения вводов:

**BRIT-90-220-1050/2000**

B - bushing (ввод);

R - resin (смола);

I - impregnated (пропитанный);

T - transformer (трансформаторный);

90 - допустимый угол наклона к вертикали в градусах;

220 - класс напряжения, кВ;

1050 - напряжение грозового испытательного импульса, кВ;

2000 - номинальный ток, А.

#### **4 Конструкция**

Основной внутренней изоляцией ввода является твёрдое изоляционное тело, состоящее из электроизоляционной бумаги, намотанной на трубу из алюминиевого сплава, разделённое на слои уравнивательными, алюминиевыми обкладками и пропитанное эпоксидной смолой под вакуумом. Фарфоровый изолятор прижат к фланцу посредством пружинной системы, находящейся в верхней части ввода.

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

Для подсоединения отвода от обмотки трансформатора используется внутренняя контактная шпилька. Для удаления воздуха из бака трансформатора на фланце ввода имеется деаэрационное отверстие с резьбой.

Последняя обкладка внутренней изоляции соединена с измерительным выводом, который служит для измерения тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ), ёмкости (С) и частичных разрядов (ЧР). Конструкция измерительного вывода такова, что последняя обкладка автоматически заземляется в условиях эксплуатации при навинчивании на него крышки (см.рис.7А). Она разземляется при отвинчивании крышки для подключения тест-адаптера во время проведения измерений ёмкости и тангенса угла диэлектрических потерь (см. рис.7Б).

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

Для мониторинга значений  $C_1$  и  $\text{tg}\delta_1$  используется адаптер для постоянного подключения измерительных цепей (см. рис.7В).

#### **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;
- 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 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	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  $tg\delta_1$  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 и тонкостенного экрана в нижней части ввода. Для извлечения ввода из упаковочного ящика используйте систему строповки, изображённую на рис. 1: один конец стропа охватывает шейку фланца, а второй охватывает фарфоровый изолятор между двух верхних юбок 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 использовать два крана (рис. 2). При этом один строп охватывает петлей шейку фланца и закрепляется на крюке одного из кранов. Два других стропа крепятся за рым-болты фланца, пропускаются вдоль фарфорового изолятора и вблизи головы ввода третьим стропом охватываются петлёй, обвязанной между юбками фарфорового изолятора, и закрепляются на крюке второго крана. Ввод двумя кранами поднимается в горизонтальном положении на необходимую высоту, после чего фланцевый конец опускается.

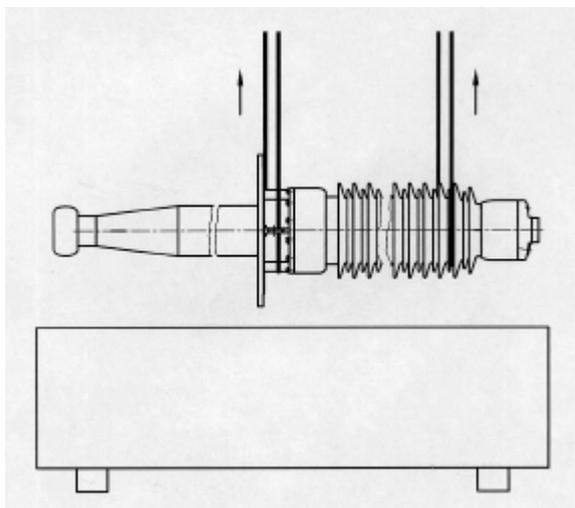


Рис. 1 Извлечение ввода из упаковки

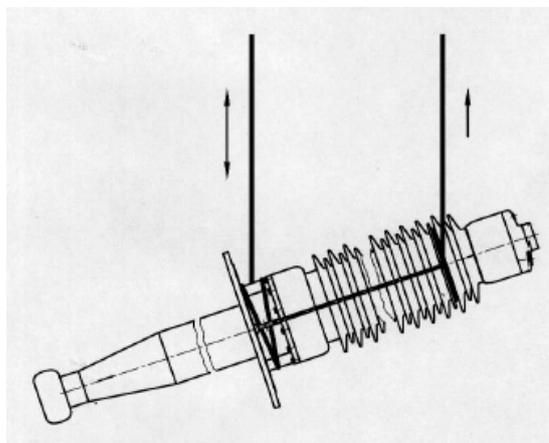


Рис. 2 Выведение ввода в вертикальное положение с помощью двух кранов

При невозможности использования двух кранов для выведения ввода в вертикальное положение можно обойтись одним краном. Для этого вместо крана, поднимающего фланцевую сторону ввода, может быть использовано другое подъемное устройство, например таль, которая вешается на крюк этого же крана.

Для подъёма ввода под определённым углом может быть использован полиспаг.

Иногда возникает необходимость снять экран.

Для этого, нужно предварительно выкрутить на полоборота четыре винта М6×16, крепящих экран к гайке М110×3, и открутить экран вместе с гайкой.

Для того, чтобы вновь установить экран на ввод, нужно сделать следующее:

1) Накрутить экран вместе с гайкой М110×3 на трубу нижней части ввода до упора. Экран должен быть накручен таким образом, как изображено на рис. 3.

**Внимание!**

**Неправильная установка экрана может привести к электрическому пробое изоляции ввода!**

2) Вкрутить 4 винта М6×16 в гайку М110×3 с усилием, до упора. При этом необходимо проконтролировать, чтобы головки винтов поджимали тарельчатые шайбы к гайке. При наличии зазора между головкой винта и шайбой необходимо его устранить, ослабив винты, открутив немного гайку и вновь вкрутив винты до упора.

3) Взявшись руками за экран проконтролировать его на отсутствие самооткручивания.

Правильно:                      Неправильно:

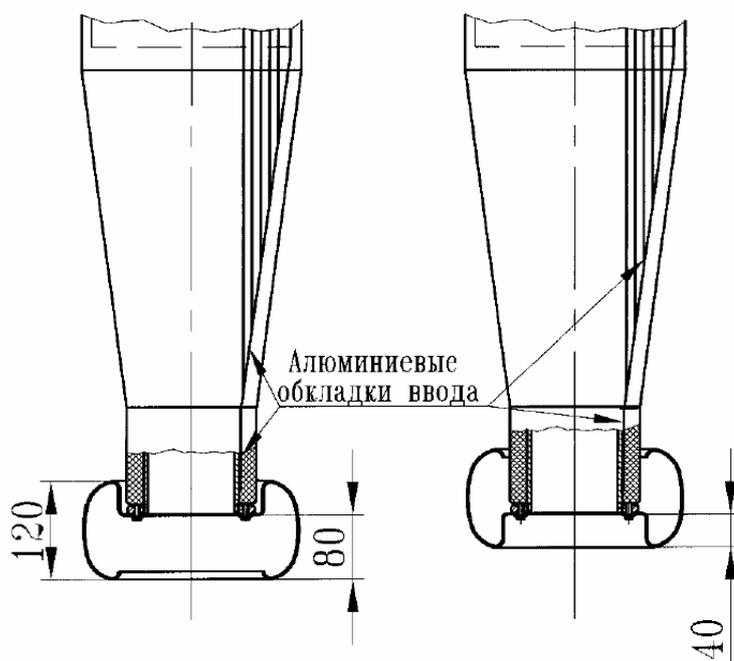


Рис. 3 Крепление экрана

## 7.2 Установка на трансформатор

Вводы типа BRIT 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:

7.2.1 Произведите разборку верхней части ввода. Конструкция верхней части дана на рис.5.

7.2.2 Смонтируйте ввод на трансформатор, используя рекомендации по строповке, приведённые в разделе 7.1.

7.2.3 Припаивание токоведущего кабеля.

Во внутренней контактной шпильке необходимо просверлить одно или несколько отверстий, в которые будет впаиваться кабель. Глубина отверстий для внутренней контактной шпильки должна быть не более 45 мм.

Кабель может быть припаян как мягким, так и твердым припоем.

#### 7.2.4 Монтаж головной части.

Последовательность монтажных операций по сборке головной части проиллюстрирована на фотографиях 1-11, приложенных к настоящей инструкции.

7.2.5 Установите 4 уплотнительные прокладки в пазовые канавки уплотнительного кольца, предварительно очистив канавки и смазав уплотнительные резинки смазкой не содержащей кислоты (фото 2).

7.2.6 В верхней части шпильки имеется резьбовое отверстие М10. Вверните в него винт с кольцом, привяжите тросик и с его помощью, предварительно надев на тросик резиновую прокладку Ø55мм, гайку зажимную и гайку М48×2, протяните кабель с припаянной шпилькой через трубу ввода.

7.2.7 Очистите поверхность шпильки, на которую будет установлена прокладка Ø55мм, от загрязнений. Установите прокладку и плотно завинтите гайку зажимную, удерживая рукой контактную шпильку (фото 6). Гайка зажимная имеет два штифта, которые при монтаже должны войти в соответствующие прорези во внутренней контактной шпильке.

7.2.8 Зафиксируйте зажимную гайку от поворота в обратную сторону затяжкой винта, используя торцевой ключ (фото 7).

7.2.9 Наверните на резьбовую часть шпильки гайку М48 и затяните её ключом с усилием 50 Н×м (фото 9).

7.2.10 Наверните защитную крышку (фото 10).

### 7.3 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!**

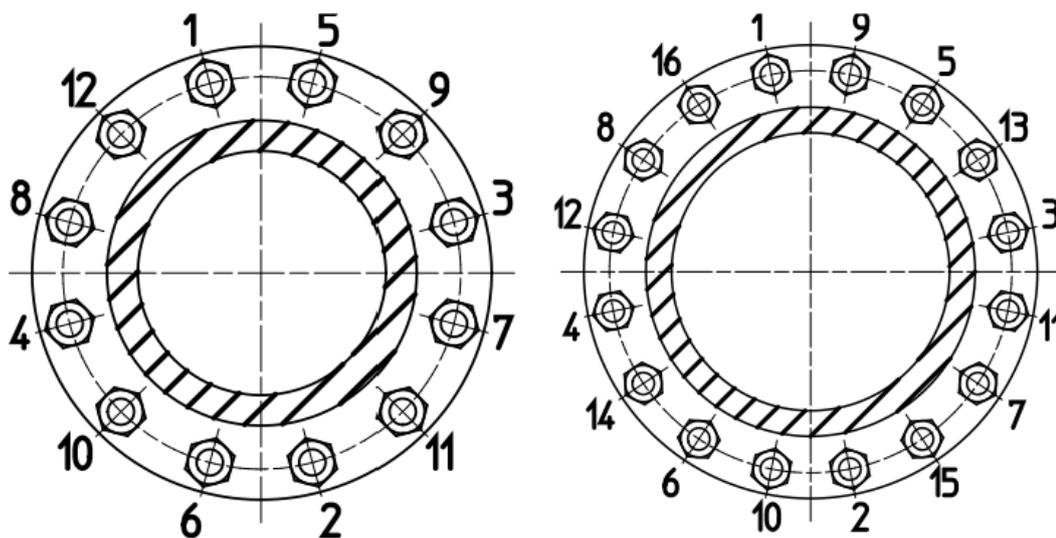
### 7.4 Порядок затяжки и динамометрические усилия

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. 4.



КН 2.9.001-КН 2.9.006, КН2.9.008

КН 2.9007

Рис. 4 Порядок крепления фланца для вводов

### 7.5 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.

### 8 Удаление воздуха, время выдержки

8.1 Если трансформатор после монтажа вводов не вакуумируется, то центральная труба вводов во время заполнения трансформатора маслом должна быть деаэрирована при помощи заглушки, вкрученной в зажимную гайку. Для этого необходимо снять защитную крышку и отвинтить заглушку на зажимной гайке. После заполнения трансформатора маслом необходимо вновь плотно завинтить заглушку и установить защитную крышку.

Если трансформатор вакуумируется вместе с установленными вводами во время заполнения его маслом, то центральная труба вводов не должна деаэрироваться.

8.2 Перед приложением напряжения необходимо время выдержки не менее 12 часов после заполнения трансформатора маслом, если прикладываемое напряжение не менее  $U_n/\sqrt{3}$ .

## **9 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 в трансформатор. Здесь могут быть использованы различные способы (способ избыточного давления или вакуумный) и мы рекомендуем следовать указаниям фирмы, выполняющей монтаж вводов.

## **10 Техническое обслуживание вводов**

### **10.1 Рекомендуемое техническое обслуживание и надзор**

- Чистка поверхности фарфоровых изоляторов.
- Измерение ёмкости  $C_1$  и  $tg\delta_1$ .
- Тепловизионный контроль за локальным перегревом контактов.
- Контроль герметичности.

### **10.2 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.

### **10.3 Измерение ёмкости и $tg\delta$**

Рекомендации по проведению измерений изложены в п.11.

### **10.4 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.

### **10.5 Контроль герметичности**

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

## 11 Испытания вводов

### 11.1 Общие положения

Измерения ёмкости  $C_1$  и  $\text{tg}\delta_1$  проводятся до и после установки ввода на трансформатор, 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!**

### 11.2 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 таблице 3 или взятый из графика на рис.5.

Таблица 3

Температура тела ввода, °C	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:

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

$T$  – средняя температура тела ввода;  
 $T_{в}$  – температура окружающего воздуха;  
 $T_{м}$  – температура масла в трансформаторе.

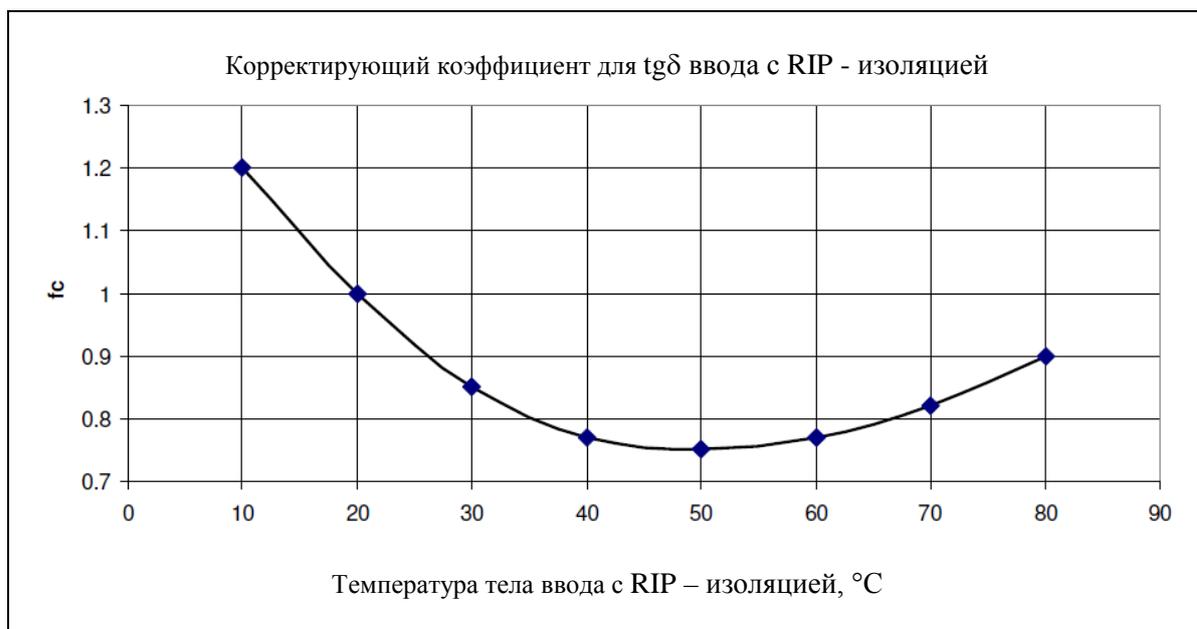


Рис. 5

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:

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

### 11.3 Измерительное оборудование

#### 11.3.1 Измерительный мост

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

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-5026M
ГНПП «Спецавтоматика», г. Киев, Украина	CA7100-1, CA7100-2

По вопросам использования моста необходимо ознакомиться с инструкцией изготовителя.

### 11.3.2 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.

### 11.4 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 подсоединенные 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.**

### 11.5 Процедура измерения

Контакт заземления моста подключить к контакту 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,  $\text{tg}\delta_1$  и ёмкость  $C_1$  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 наверхнуть 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!

### 11.6 Инструкция по эксплуатации измерительного вывода

#### 11.6.1 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.7).

**11.6.2 Назначение**

Обычно тест-вывод служит для измерения  $C_1$  и тангенса угла диэлектрических потерь  $\text{tg}\delta_1$ . Самая распространенная схема измерения для этой цели представлена на рис.8.

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 соединён с фланцем (заземлён), 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 3%.

### **11.6.3 Подсоединение**

#### **11.6.3.1 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.

#### **11.6.3.2 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.7). Тип кабеля зависит от величины напряжения и необходимости экранирования.

#### **11.6.4 Испытание изоляции**

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

## **12 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 3%), 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 **3%** просим связаться с ООО «АББ» для получения рекомендаций о возможности дальнейшей эксплуатации ввода.

Срок эксплуатации ввода – не менее 30 лет.

## **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:

#### **Комплектация вводов типа BRIT-90-220-1050/2000**

##### *1. Документация:*

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

##### *2. Комплектующие детали:*

- тест-адаптер;
- кольцо уплотнительное 91,67×3,53 (рис.4,поз.3) - 3 шт. штатных, 3 шт. запасных;
- кольцо уплотнительное 101,2×3,53 (рис.4,поз.4) - 1 шт. штатное, 1 шт. запасное;
- кольцо уплотнительное 55×5 (рис.4,поз.5) - 1 шт. штатное, 1 шт. запасное;
- рым-болт M12 – 2шт.;
- контактная клемма;
- внутренняя контактная шпилька.

### ***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

## Верхняя часть ввода типа BRIT-90-220-1050/2000

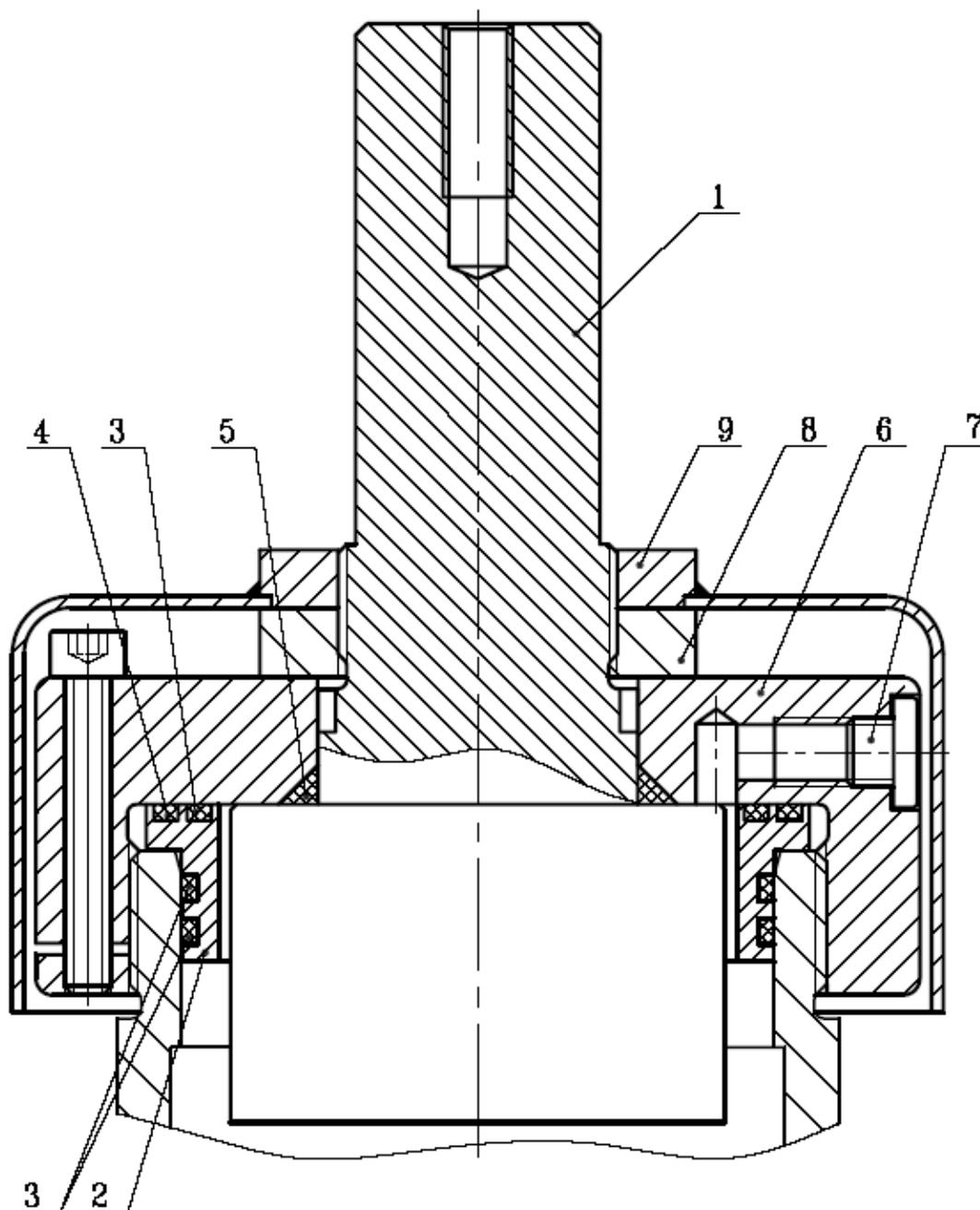


Рис. 6

1 – внутренняя контактная шпилька; 2 – кольцо; 3 – уплотнительное кольцо (91.67×3.53);  
4 – уплотнительное кольцо (101.2×3.53); 5 – уплотнительное кольцо (55.0×5.0);  
6 – гайка зажимная M120×3.0; 7 – заглушка деаэрационного отверстия; 8 – гайка M48×2;  
9 – верхний кожух.

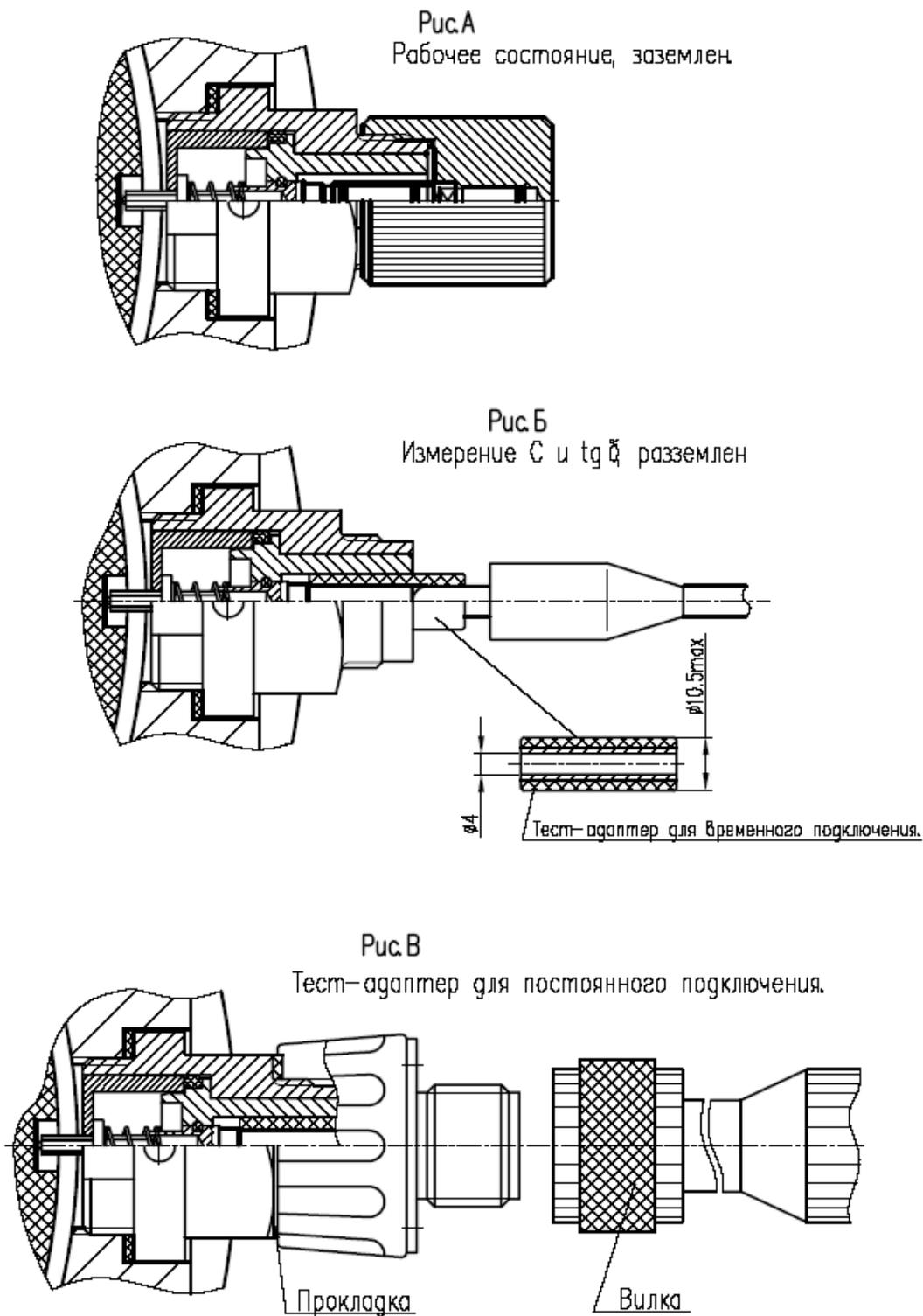
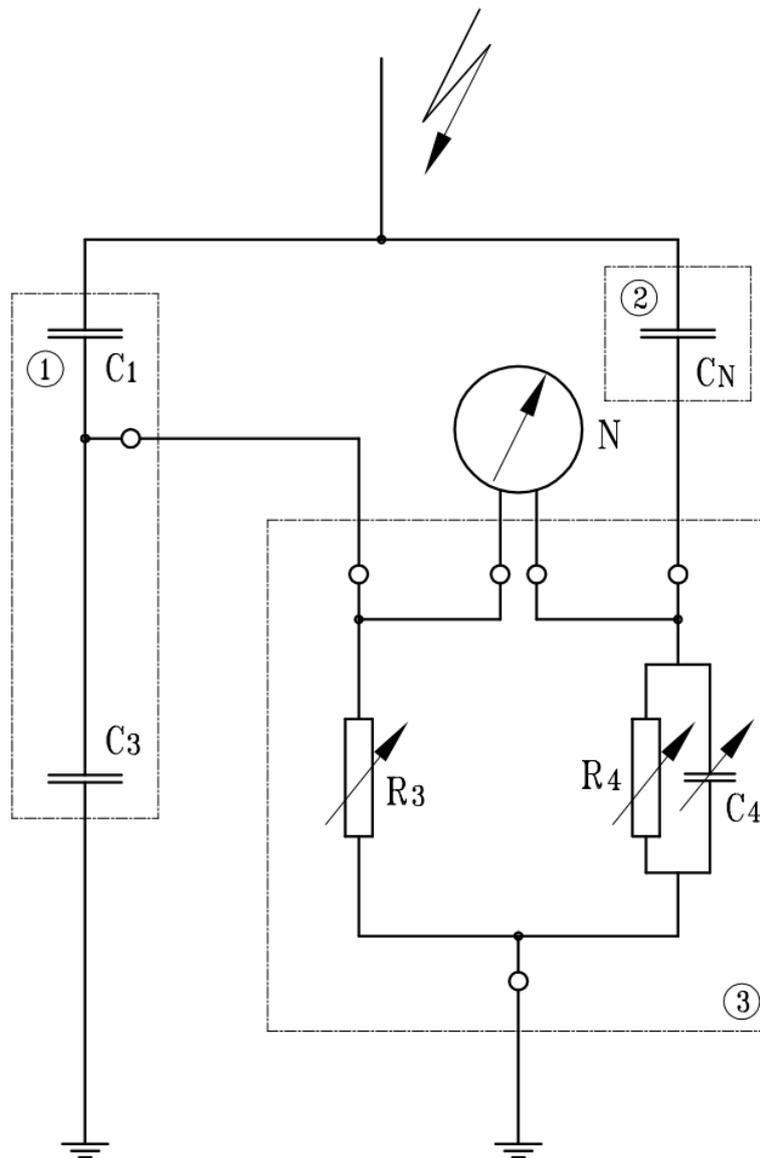


Рис. 7 Измерительный вывод



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

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

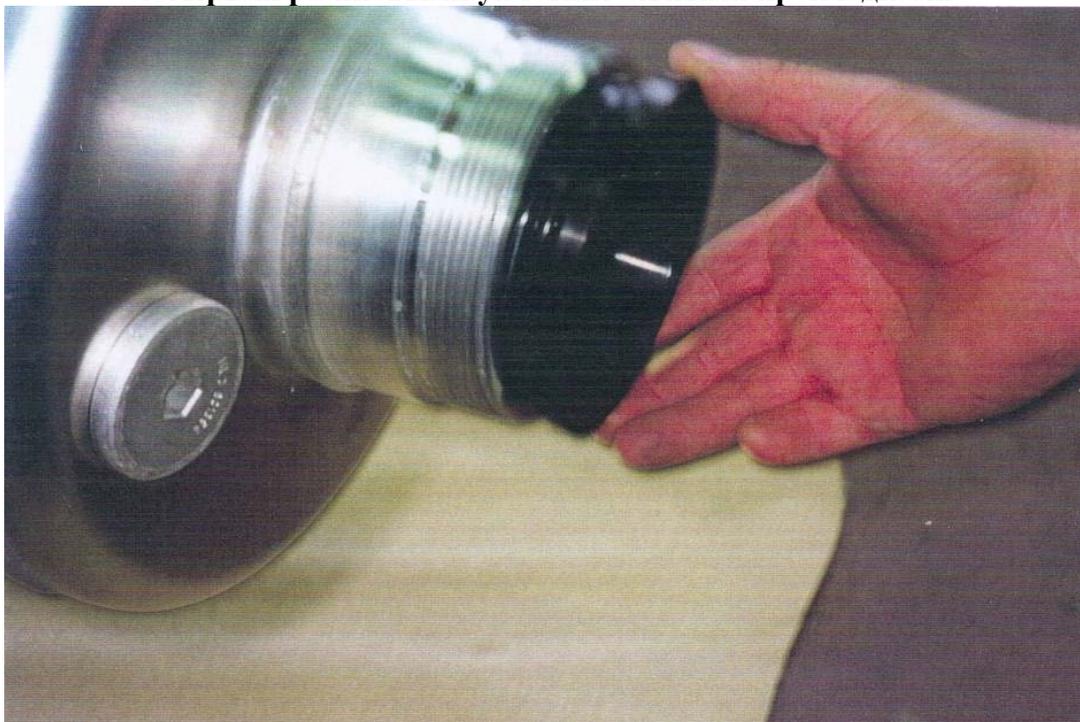
Рис. 8 Чертёж измерительной цепи

## Сборка ввода типа BRIT-90-220-1050/2000

Фото 1. Верхняя часть расширителя ввода



Фото 2. Установка кольца из алюминиевого сплава с надетыми на него четырьмя резиновыми уплотнительными прокладками



**Фото 3. Уплотнение в сборе**



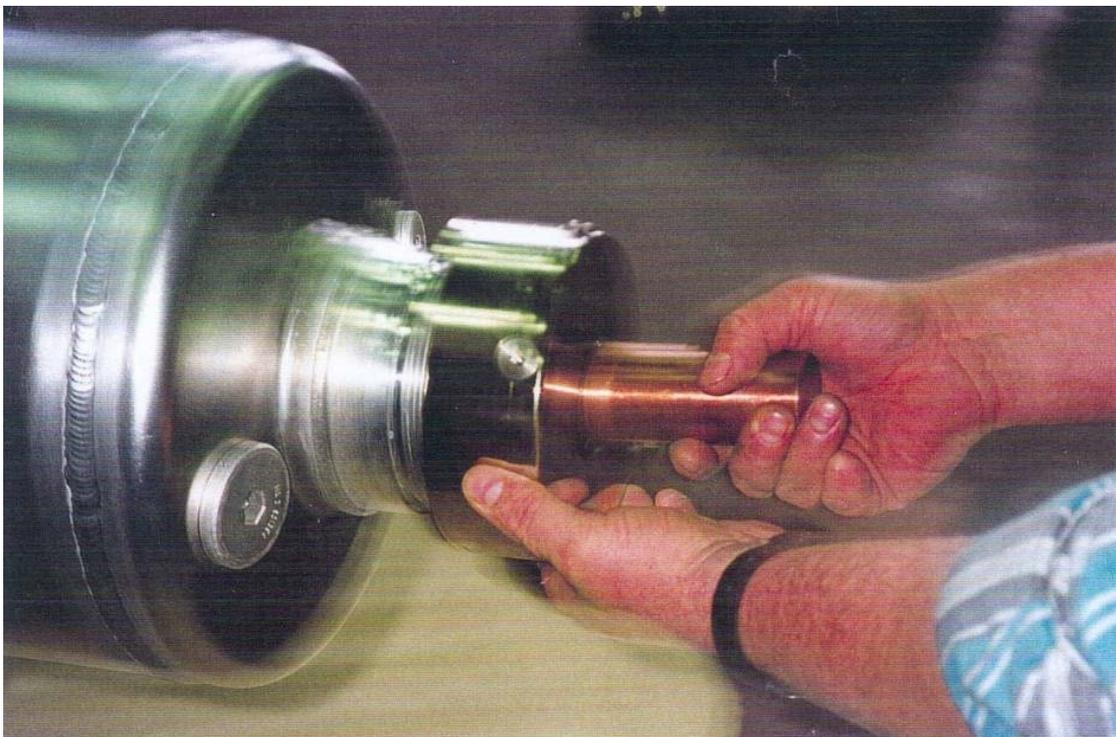
**Фото 4. Монтаж внутренней контактной шпильки с надетым на неё уплотнительным кольцом**



**Фото 5. Установка зажимной гайки**



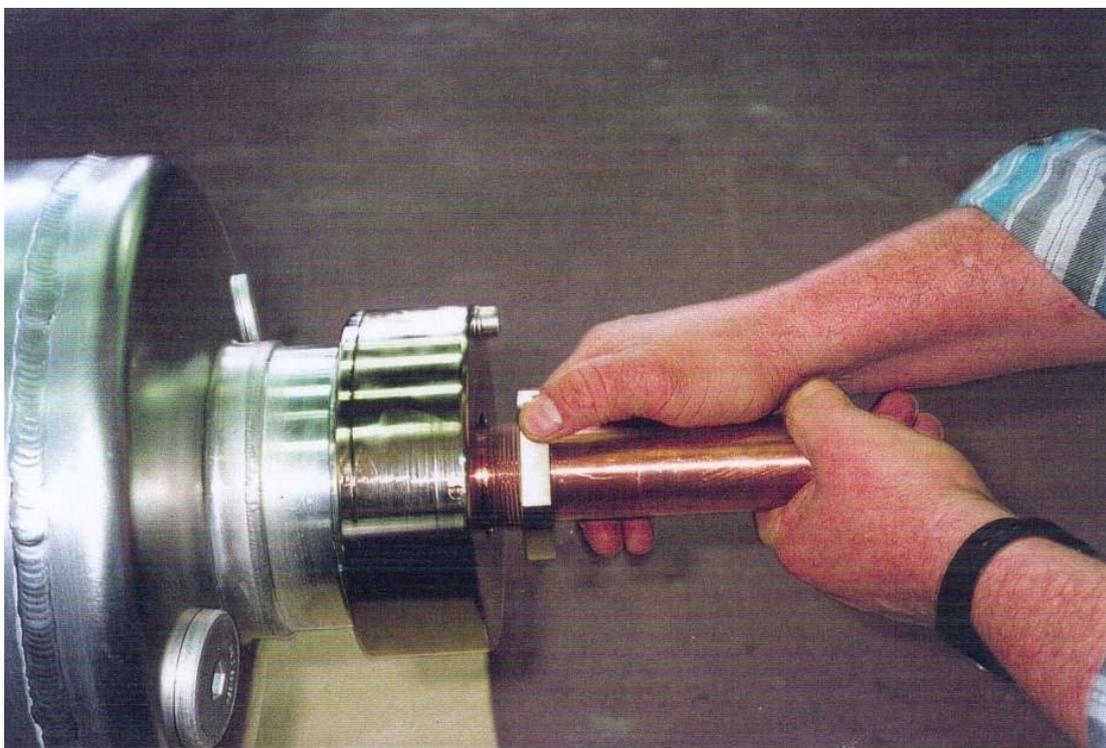
**Фото 6. Накручивание зажимной гайки на верхнюю часть расширителя**



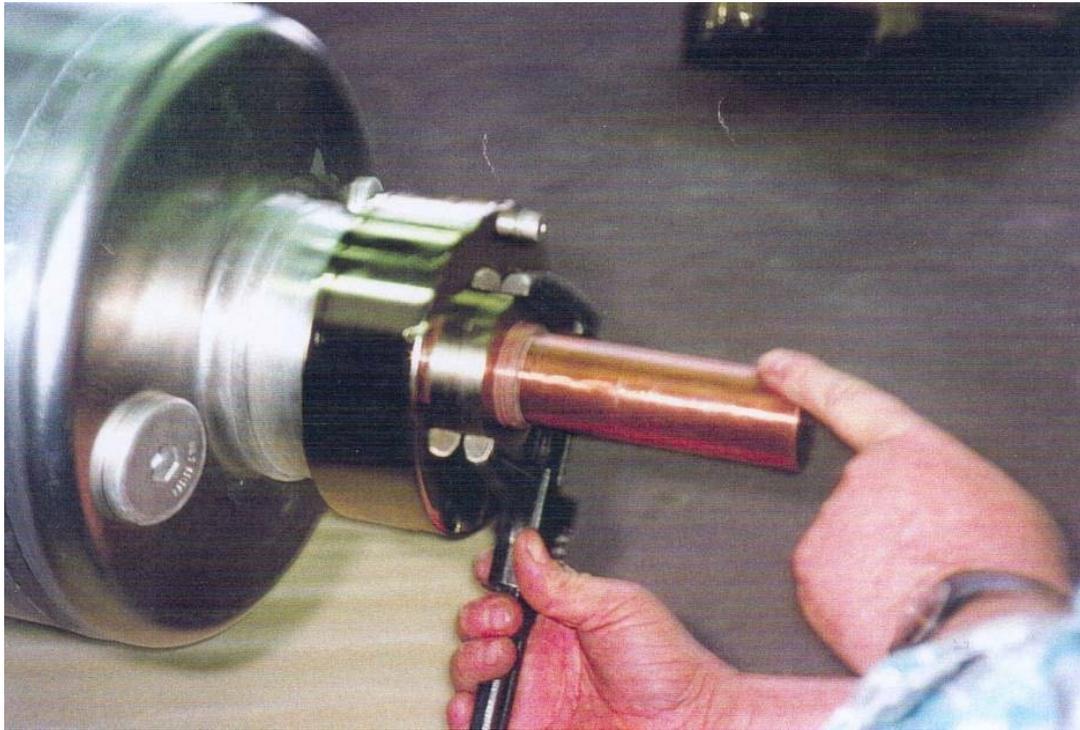
**Фото 7. Фиксация зажимной гайки**



**Фото 8. Накручивание гайки М48×2 на внутреннюю контактную шпильку**



**Фото 9. Затяжка гайки М48×2**



**Фото 10. Установка верхнего кожуха**

**Примечание: до установки верхнего кожуха убедитесь, что заглушка деаэрационного отверстия плотно завинчена после заполнения трансформатора маслом**



**Фото 11. Верхняя часть ввода в сборе**

