

Утверждаю:

Первый заместитель генерального директора-
директор НТЦ
ООО «Масса» - завод «Изолятор»



Сипилкин К.Г.

12 2022 г.

Методические указания
по эксплуатации высоковольтных вводов
с RIP-изоляцией производства ООО «Масса» - завод «Изолятор»

Москва, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел	Наименование	Стр.
1.	Общие положения	3
2.	Назначение высоковольтных вводов	3
3.	Конструкция ввода	4
4.	Маркировка. Упаковка. Транспортировка. Хранение	9
5.	Приемка. Монтаж. Предмонтажные и послемонтажные испытания и измерения	11
6.	Эксплуатация вводов	15
7.	Контроль вводов под рабочим напряжением в процессе эксплуатации (в т.ч. on-line мониторинг)	21
8.	Особенности подключения, наладки и эксплуатации устройств КИВ-500 на вводах с RIP-изоляцией	22
9.	Приемка высоковольтных вводов после ремонта оборудования и подготовка к вводу в работу	24
10.	Приложение – Дополнительные рекомендации по контролю технического состояния отдельных типов высоковольтных вводов ООО «Масса» - завод «Изолятор» в процессе эксплуатации	25

1. Общие положения

Настоящие Методические указания предназначены для следующего персонала:

- административно-технического персонала производственных служб эксплуатирующих организаций;
- административно-технического персонала ПС, оперативного персонала ПС, ремонтного персонала ПС, служб РЗА и ПА, служб диагностики;
- прочего персонала электрических сетей, участвующего в процессах приёмки высоковольтных вводов от поставщиков и подрядчиков, в организации хранения товарно-материальных ценностей для программы ТОиР и оборудования аварийного резерва, приемке работ после завершения монтажа или ремонта оборудования.

Данными методическими указаниями необходимо руководствоваться при приёвке высоковольтных вводов с RIP-изоляцией производства ООО «Масса» - завод «Изолятор» от поставщиков и подрядчиков, хранении, монтаже и далее - в течение всего периода их эксплуатации (при оперативном и ремонтном обслуживании).

В настоящих Методических указаниях приводятся основные сведения по устройству, принципу действия, особенностям эксплуатации, испытаниям, обслуживанию и ремонту высоковольтных вводов 35-750 кВ с RIP-изоляцией производства ООО «Масса» - завод «Изолятор».

Дополнительно к настоящим Методическим указаниям следует руководствоваться имеющимися на местах заводскими инструкциями по эксплуатации. Следует отметить, что за все время выпуска вводов с RIP-изоляцией, в их конструкции вносились определенные изменения, и некоторые требования старых инструкций по эксплуатации могут иметь расхождения с требованиями актуальных на данный момент инструкций и настоящих Методических указаний.

В случае, если какое-либо из утверждений настоящих Методических указаний вступает в противоречие с заводской инструкцией, необходимо обращаться в адрес ООО «Масса» - завод «Изолятор» для получения консультаций.

2. Назначение высоковольтных вводов

2.1. Высоковольтные вводы представляют собой проходные изоляторы, являющиеся конструктивно самостоятельными элементами, предназначенными для ввода высокого напряжения в баки силовых (авто)трансформаторов, шунтирующих реакторов, масляных выключателей. При эксплуатации нижняя часть ввода находится внутри оборудования в среде трансформаторного масла, а верхняя - на открытом воздухе.

2.2. Ввод предназначен для работы в любых климатических условиях категории размещения О1 по ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов.

Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды», утвержденного и введенного в действие с 01.01.1971 Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.12.69 № 1394.

3. Конструкция ввода

3.1. В зависимости от назначения или вида оборудования, в составе которого они эксплуатируются, различают:

- высоковольтные вводы для использования на (авто)трансформаторах (далее - трансформаторные);
- высоковольтные вводы для использования на шунтирующих реакторах (далее - реакторные);
- высоковольтные вводы для использования на масляных выключателях (далее - выключательные);
- высоковольтные вводы для КРУЭ;
- высоковольтные вводы для прохода через стены и перекрытия зданий (далее - линейные).

3.2. По конструктивному исполнению внутренней изоляции высоковольтные вводы с RIP-изоляцией относятся к герметичным вводам конденсаторного типа и имеют основную изоляцию в виде изоляционного остова с проводящими обкладками, что обеспечивает оптимальное распределение электрического поля как в радиальном (по толщине изоляции), так и в аксиальном (по концам ввода относительно заземленной втулки) направлениях. Материалы обкладок - фольга, полупроводящая бумага или ткань.

Изоляция данных вводов исключает применение трансформаторного масла в качестве изоляционного компонента. Остов ввода формируется намоткой на трубу крепированной бумаги и пропитывается эпоксидным компаундом.

3.3. Основная RIP-изоляция высоковольтных вводов (RIP – Resin Impregnated Paper) - крепированная электроизоляционная бумага, которая подвергается пропитке эпоксидным компаундом (Рисунок 1), обладает высокой надежностью и длительным сроком эксплуатации благодаря:

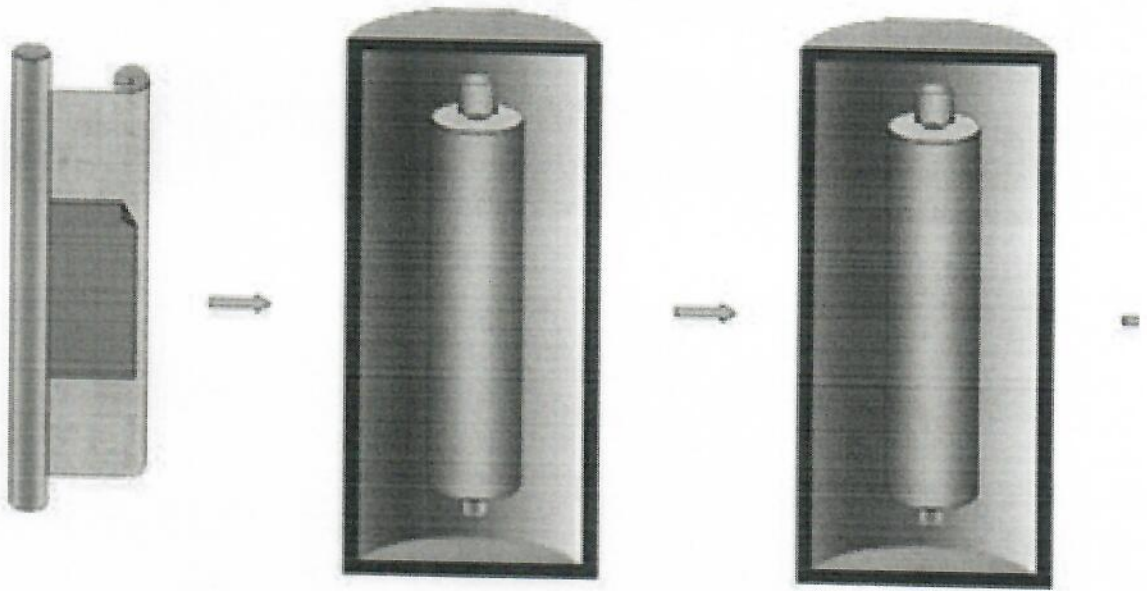


Рисунок 1. RIP-изоляция высоковольтного ввода

- низким диэлектрическим потерям;
- низкому уровню частичных разрядов;
- термической стойкости.

3.4. Конструкция герметичного высоковольтного ввода с RIP-изоляцией представлена на рисунке 2.

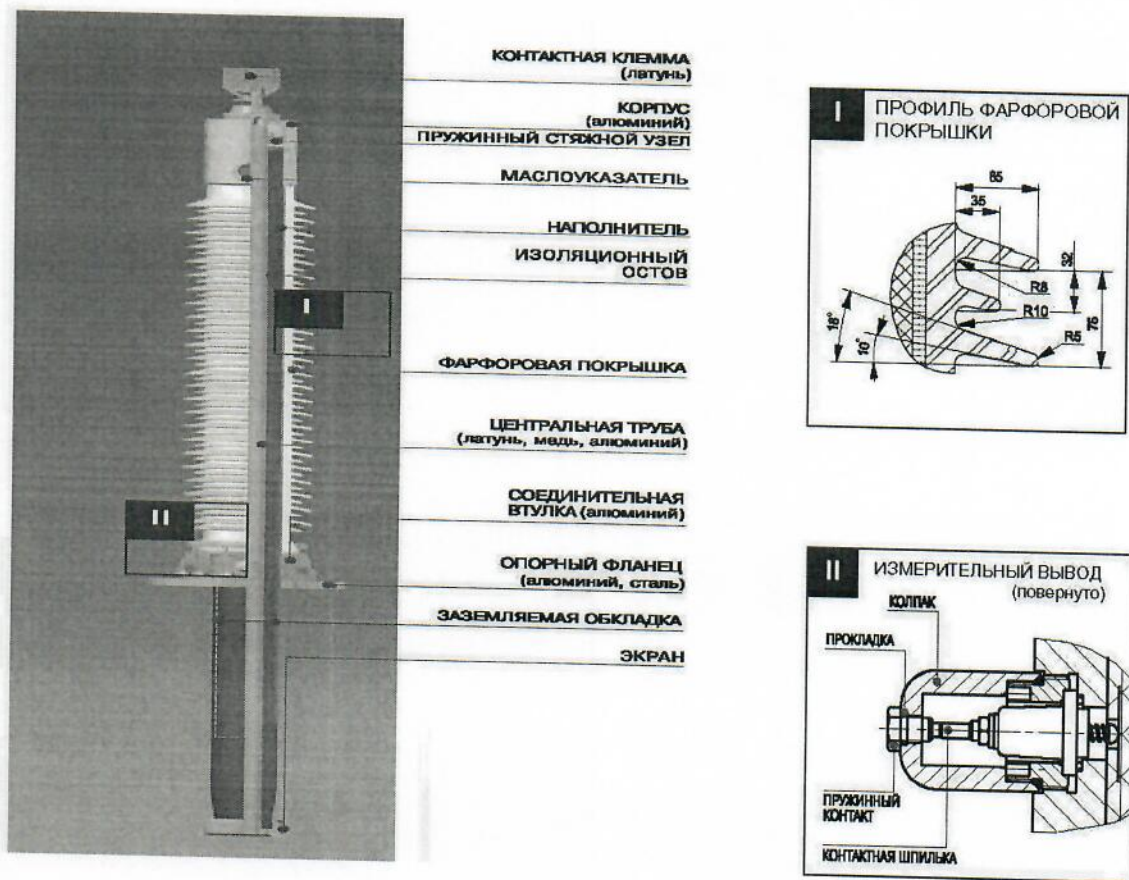
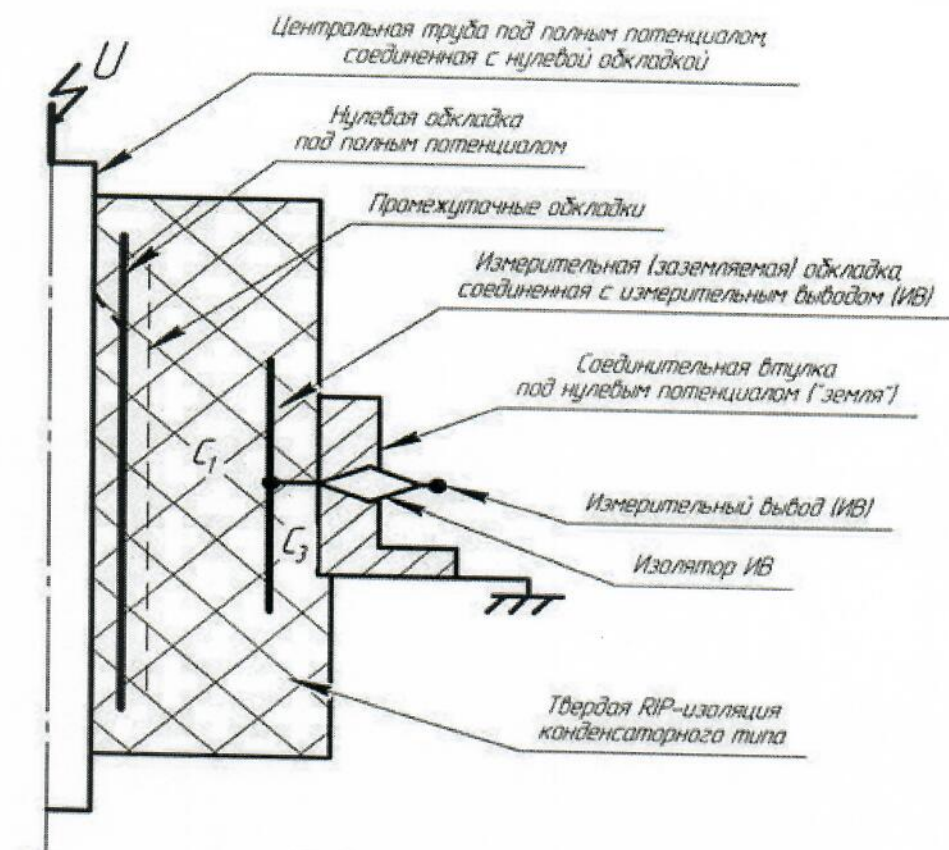


Рисунок 2 Конструкция высоковольтного ввода с RIP-изоляцией

3.5. Высоковольтный ввод с RIP-изоляцией состоит из следующих основных конструктивных элементов:

- твердого изоляционного остова, изготовленного намоткой на центральную трубу электроизоляционной бумаги с последующей пропиткой эпоксидным компаундом (RIP-изоляция). Для выравнивания электрического поля бумажная намотка разделена на слои проводящими обкладками (см. рисунок 3);
- соединительной втулки, жестко закрепленной на изоляционном остова;
- измерительного вывода, который должен быть заземлен во время эксплуатации в соответствии с рисунком 9;
- опорного фланца, предназначенного для крепления ввода на трансформаторе с расположенными на нем рым-болтами и пробкой для выпуска воздуха из бака трансформатора или газоотводным патрубком;
- контактной клеммы;
- верхней фарфоровой или полимерной крышки;
- наполнителя для защиты изоляции от увлажнения и лучшего отвода тепла (во вводах с RIP-изоляцией производства ООО «Масса» - завод «Изолятор» в качестве наполнителя может применяться трансформаторное масло марки ВГ, сухой наполнитель в виде геля или газообразный наполнитель – элегаз);
- нижнего экрана (для вводов класса напряжения более 110 кВ).



C_1 – емкость основной изоляции между нулевой и измерительной обкладками. Основная изоляция разделена на слои промежуточными (уравнительными) обкладками для регулирования электрического поля.

C_3 – емкость наружного слоя изоляции между измерительной обкладкой и соединительной втулкой.

Рисунок 3. Схема конструкции изоляционного остова ввода с твердой RIP-изоляцией

3.6. Для компенсации температурных расширений объема масла, заполняющего внутреннюю полость ввода и служащего для теплопередачи и компенсации температурных расширений между изоляционным остовом и наружной изоляционной крышкой, в высоковольтных вводах с RIP-изоляцией предусмотрена газовая подушка.

Газовая подушка во вводах напряжением до 150 кВ включительно расположена в верхней части фарфоровой крышки.

Во вводах напряжением свыше 220 кВ газовая подушка расположена в верхней части ввода в металлическом корпусе (компенсаторе температурных изменений объема масла).

3.7. Давление внутри высоковольтного ввода с RIP-изоляцией может быть как выше, так и ниже атмосферного. Уровень масла во вводах класса

напряжения 220 кВ и выше контролируется визуально, через стеклянный маслоуказатель в верхней части ввода в соответствии с п. 6.1.3. настоящих Методических указаний. Во вводах до 150 кВ включительно контроль уровня масла не предусмотрен.

3.8. ООО «Масса» - завод «Изолятор» производит три основных вида вводов с RIP-изоляцией, различающихся внешней изоляцией (полимер или фарфор) и наличием или отсутствием наполнителя (рисунок 4).



Рисунок 4. Конструкция внешней изоляции высоковольтных вводов

3.8.1. Высоковольтные вводы с полимерной изоляцией без наполнителя (рисунок 4а) изготавливаются по технологии Direct Molding. При этом полимерная изоляция формируется непосредственно на поверхности внутренней изоляции методом литья и полимеризации в специальных формах без какой бы то ни было границы раздела.

3.8.2. Высоковольтные вводы с полимерной внешней изоляцией и наполнителем (рисунок 4б) изготавливаются с использованием предварительно изготовленной на стеклопластиковом цилиндре внешней изоляции. В этом случае пространство между внешней и внутренней изоляцией заполняется сухим наполнителем или элегазом.

3.8.3. Высоковольтные вводы с фарфоровой крышкой (рисунок 4в) заполняются трансформаторным маслом или сухим наполнителем.

3.9. В зависимости от способа подсоединения к электрооборудованию, в составе которого они эксплуатируются, высоковольтные вводы подразделяются следующим образом:

3.9.1. Вводы протяжного типа, у которых токоведущим элементом

является кабель отвода от обмотки трансформатора.

3.9.2. Вводы не протяжного типа (с нижним подключением), у которых токоведущим элементом является центральная труба ввода. Подключение данного типа вводов к токоведущему контуру может осуществляться как болтовым соединением в нижней части ввода, так и при помощи подпружиненного втычного контакта розеточного типа.

4. Маркировка. Упаковка. Транспортировка. Хранение

4.1. При подборе современного аналога ввода для замены вводов устаревших конструкций и (или) других производителей следует особое внимание уделять их взаимозаменяемости. Установка не взаимозаменяемых вводов (в том числе по габаритным, установочным и присоединительным размерам) не допускается.

4.2. В структуре условного обозначения высоковольтных вводов с RIP-изоляцией производства ООО «Масса» - завод «Изолятор» типа **Г К Т*III – X – XX / XXX – O** в соответствии с ГОСТ Р 55187-2012, принято:

Г - герметичный ввод;

К – с основной RIP-изоляцией;

* Т - для (авто)трансформаторов (Р – для шунтирующих реакторов, В – для масляных выключателей, Л – линейных);

П – полимерная внешняя изоляция (фарфоровая не обозначается);

II – допустимый класс внешней изоляции (см. п. 4.2);

X - угол наклона к вертикали в градусах;

XX - класс напряжения или наибольшее рабочее напряжение в кВ;

XXX - номинальный ток в А;

O - климатическое исполнение (см. п. 4.3).

4.3. Высоковольтные вводы производства ООО «Масса» - завод «Изолятор» различаются по классу внешней изоляции в зависимости от степени загрязнения окружающей среды в которой они работают (длиной пути утечки):

- легкая I: 1,5 см/кВ;
- средняя II: 2,25 см/кВ;
- сильная III: 2,5 см/кВ;
- очень сильная IV: 3,1 см/кВ.

4.4. Высоковольтные вводы производства ООО «Масса» - завод «Изолятор» выпускаются в общеклиматическом исполнении (тип O), что позволяет эксплуатировать их в интервале температур окружающего воздуха от -60°C до $+55^{\circ}\text{C}$.

4.5. Ввод имеет фирменную табличку, расположенную на соединительной втулке с указанием:

- товарного знака завода-изготовителя;
- обозначения основного конструкторского документа на ввод;
- типа ввода;
- массы ввода;

- заводского номера;
- даты выпуска;
- номера технических условий.

4.6. Ввод укладывается в деревянную упаковку, где жестко закрепляется на пенополистирольных опорах. На время транспортирования и не продолжительного хранения нижняя часть ввода защищена транспортировочным кожухом и полиэтиленовым чехлом с вложенным внутрь мешочком с силикагелем. Транспортировочный кожух не является герметичным, в связи с чем длительное хранение ввода (более 6 месяцев) на открытой площадке, с прямым воздействием влаги из окружающей среды, не исключает возможность увлажнения нижней части изоляционного остова.

4.7. Транспортирование ввода производится в упаковке в горизонтальном положении авиационным, железнодорожным транспортом либо автотранспортом по дорогам с асфальтовым или грунтовым покрытиями или морским транспортом в трюмах в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта. Допускается транспортирование упаковок с вводами в два яруса.

4.8. Хранение ввода осуществляется на закрытых и открытых площадках, **исключающих воздействие атмосферных осадков**, в упаковке в горизонтальном положении (допускается в два яруса) и вне упаковки в вертикальном положении на специальной стойке с обязательным сохранением всех деталей и защитных чехлов на вводе (в состоянии поставки). Колпак измерительного вывода должен быть плотно закручен, для исключения попадания влаги внутрь.

4.9. В случае хранения ввода с фарфоровой внешней изоляцией в горизонтальном положении маслоуказатель должен быть расположен окошком вниз.

В случае возникновения негерметичности в этом узле, при положении маслоуказателя стеклом вниз, она будет гарантированно обнаружена, а если маслоуказатель будет располагаться стеклом вверх или вбок, обнаружить негерметичность будет невозможно.

4.10. Лакированная поверхность RIP-изоляции не должна иметь сколов, царапин и иных механических повреждений.

4.11. Увлажнение нижней части ввода (RIP-изоляции) недопустимо (визуально критичная степень увлажнения может быть определена в виде белёсых пятен (изменение цвета изоляции обусловлено появлением в приповерхностном слое RIP-изоляции влаги) или полос на поверхности остова или с применением специальных приборных средств).

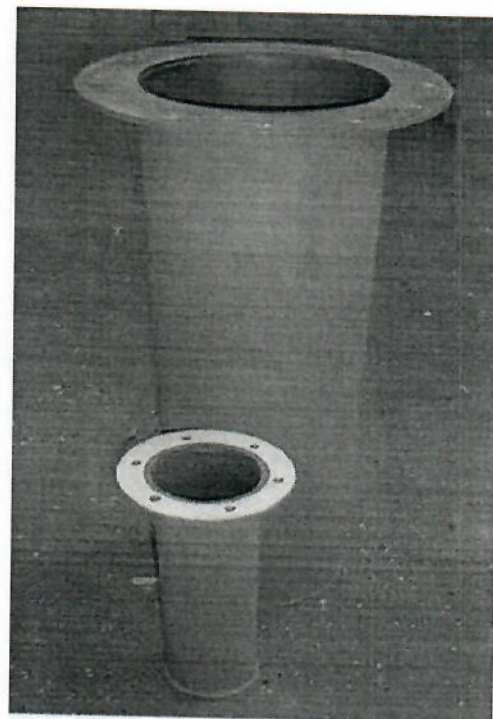


Рисунок 5. Пеналы для длительного хранения вводов

4.12. Следует учитывать, что RIP-изоляция критична к увлажнению, поэтому, если при приемке ввода транспортировочный корпус и полиэтиленовый чехол снимались с нижней части ввода (например, для проведения замеров электрических характеристик), то дальнейшее хранение необходимо осуществлять в специальном складском помещении (с влажностью воздуха не более 60%). При необходимости длительного хранения вводов на открытых и закрытых площадках с возможностью прямого воздействия влаги из окружающей среды (например, в резерве) рекомендуется использовать специальные герметичные пеналы (рекомендованные заводом – изготовителем), заполненные трансформаторным маслом. Внешний вид пеналов показан на рисунке 5.

Размеры пеналов определяются конструкцией ввода, диаметром опорного фланца и длиной нижней части. По вопросам приобретения пеналов необходимо обращаться на завод-изготовитель вводов.

4.13. Визуальный осмотр вводов во время хранения проводится в соответствии с утверждённым графиком, но:

- не реже 1 раза в месяц, если хранение ввода осуществляется вне упаковки;

- не реже 1 раза в год, если хранение ввода осуществляется в упаковке.

При осмотре проверяется сохранность всех деталей и защитных чехлов на вводе, отсутствие подтеков масла из ввода или герметичного пенала, отсутствие различных механических повреждений.

5. Приемка. Монтаж. Предмонтажные и послемонтажные испытания и измерения.

5.1. В процессе приемки ввода проверяется наличие документации, закрепленной внутри упаковки на боковой стенке. В наличии должны быть:

- паспорт-формуляр;
- протокол испытаний;
- руководство по эксплуатации;
- упаковочный лист.

5.2. Комплектность ввода проверяется в соответствии с упаковочным листом.

5.3. Данные, указанные на фирменной табличке, закрепленной на соединительной втулке ввода, сверяются с данными паспорта-формуляра.

5.4. В случаях выявления несоответствий в документации, отсутствия каких-либо комплектующих или иных несоответствий необходимо обратиться на завод-изготовитель.

ВНИМАНИЕ! Металлические детали ввода могут быть покрыты специальным составом – ингибитором коррозии. В этом случае на опорном фланце ввода будет закреплен информационный стикер. Перед монтажом ввода необходимо протереть опорный фланец ветошью с применением спирта или трансформаторного масла. Допускается наличие

незначительного количества капель ингибитора на деревянных элементах внутри транспортировочной упаковки, стекших с обработанных узлов и деталей.

5.5. Монтаж вводов должен выполняться по технологической карте и в соответствии с заводской инструкцией специализированной электромонтажной организацией, имеющей опыт выполнения данных работ. Допускается выполнение монтажа ввода ремонтным персоналом, имеющим соответствующую квалификацию и опыт выполнения работ. Как правило, для вводов до 220 кВ включительно присутствие шеф-инженера ООО «Масса» - завод «Изолятор» при монтаже ввода не требуется. Для вводов 330 кВ и выше услуги шеф-инженера включены в стоимость поставки.

5.6 Строповка упаковки с вводом должна осуществляться строго в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации и с обозначениями на самой упаковке. Строповка вводов за внешнюю полимерную изоляцию не допускается.

5.7. При монтаже на вводы должны устанавливаться только оригинальные комплектующие, входящие в комплект поставки (см. п.5.2.). Запрещается устанавливать на монтируемые вводы детали от вводов, выпускаемых ранее.

Вводы производства ООО «Масса» - завод «Изолятор», выпущенные в 2009 – 2011гг., имеют конструкцию крепления соединительной втулки на буртике изоляции. При этом часть вводов класса напряжения 110 – 500 кВ поступает к Заказчику с транспортировочным фланцем, а опорный фланец входит в комплект поставки отдельно. В таких случаях перед монтажом ввода на трансформатор требуется установить опорный фланец взамен транспортировочного согласно руководству по эксплуатации конкретного ввода.

Внимание! При установке фланца необходимо строго соблюдать общие правила последовательности затяжки многоболтовых стыков, т.е. обеспечить равномерность затяжки за счёт поэтапного, за 3-4 обхода по окружности, всех болтов. Неравномерная затяжка создает в месте крепления втулки нерасчётный изгибающий момент, приводящий к возникновению критических условий достаточных для образования микротрещин в области уступа (край буртика) изоляции.

5.8. ВНИМАНИЕ! При монтаже вводов протяжного типа взамен ранее выпускавшихся ЗАО «Мосизолятор», необходимо производить изменение длины отводов обмоток трансформатора или реактора в соответствии с Руководством по эксплуатации на конкретный ввод. Укорачивание длины отвода любыми другими способами кроме отреза не допускается.

5.9. **ВНИМАНИЕ!** При сборке верхнего узла вводов протяжного типа 220кВ и выше, смонтированного на трансформатор, необходимо в соответствии с рисунком 6 навернуть колпак поз. 2 на контактную шпильку поз. 4 до упора с моментом не менее 100 Нм, после чего, совместив отверстия в колпаке и фланце, завернуть винты поз. 1.

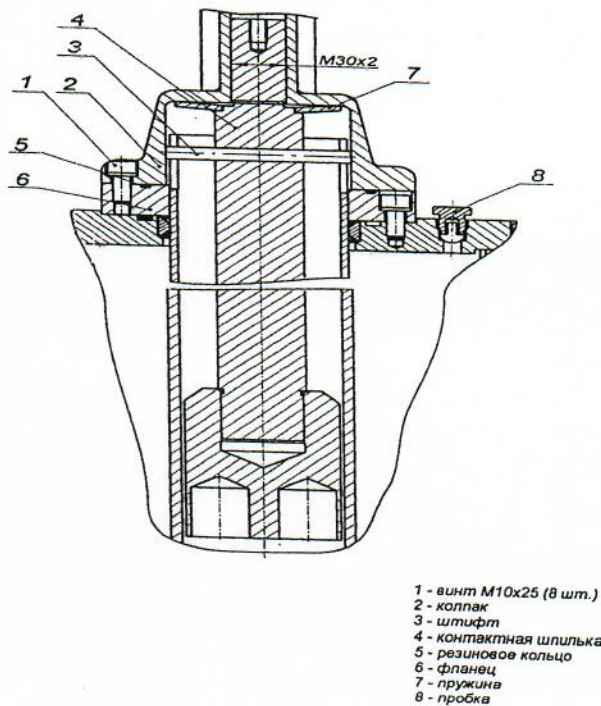


Рисунок 6. Верхний узел высоковольтного ввода класса напряжения 220 кВ и выше

5.10 Большинство типов выпускаемых трансформаторных вводов имеют нижний экран для правильного распределения электрического поля в нижней части изоляции. Экран имеет электроизоляционное покрытие (лакокрасочного типа или дополнительное покрытие, выполненное из электроизоляционной бумаги). Повреждение электроизоляционных покрытий не допускается. Установка экранов от демонтируемых вводов запрещена.

В случае, если на демонтируемом вводе на нижнем экране установлена дополнительная изоляция (муфта изолирующая) на вновь монтируемый ввод необходимо установить эту же муфту.

В случае если на демонтированном вводе установлен нижний экран с покрытием из электроизоляционной бумаги, вновь монтируемый ввод тоже должен иметь нижний экран с аналогичным покрытием.

Так же следует обращать внимание на расположение изоляции отвода гибкой связи активной части трансформатора в нижней части ввода. Не изолированная часть отвода не должна выходить за пределы нижнего торца ввода (экрана), на изоляции отвода не должно быть механических повреждений. Изоляция отвода не должна препятствовать циркуляции трансформаторного масла в центральной трубе ввода.

5.11 Замеры электрических характеристик ввода перед монтажом проводятся в металлической стойке для вертикальной установки ввода. Измерения должны проводиться в объеме профилактических испытаний и включать в себя оценку следующих параметров изоляции – $\operatorname{tg}\delta_1$, C_1 , $R_{\text{изм. вывода}}$. Полученные результаты испытаний следует сравнивать с паспортными значениями.

5.12 При замене вводов следует особое внимание уделять состоянию шпилек адаптера трансформатора (оборудования), и элементов крепления (гаек, шайб) опорного фланца ввода к этим шпилькам. Через контактные поверхности элементов крепления (шпилек) и опорного фланца ввода осуществляется заземление ввода. В случае наличия коррозии, окисления или не проводящих покрытий на этих поверхностях, ухудшается (или полностью нарушается) контакт в цепи заземления ввода, что, в свою очередь, приводит к перераспределению напряженностей на конденсаторных слоях изоляции, следствием чего будет являться выход из строя ввода.

Рекомендуется устанавливать дополнительные шинки заземления между опорным фланцем ввода и заземленным контуром оборудования. Для этого использовать штатное место подключения на опорном фланце ввода (обозначено соответствующей маркировкой), в случае отсутствия такового, допускается самостоятельная установка шинки.

5.13 Перед проведением замеров электрических характеристик осуществляется визуальный осмотр ввода.

5.14 Перед проведением осмотра ввод должен быть подготовлен к испытаниям:

- с нижней части ввода снимается транспортировочный металлический корпус (кожух) и полиэтиленовый пакет-рукав, в котором находился ввод при транспортировке;
- с поверхности полимерного (силиконового) изолятора ввода снимается полиэтиленовый пакет-рукав.

5.15 Измерение сопротивления основной изоляции ввода не требуется. Проведение замеров электрических характеристик ввода перед монтажом проводится в объеме, указанном в разделе 6.2 настоящих Методических указаний.

5.16 Испытания и измерения после монтажа должны выполняться в объеме и в строгом соответствии с требованиями раздела 6.2 настоящих методических указаний.

5.17 Сопротивление изоляции измерительного вывода должно удовлетворять требованиям РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» и требованиям заводской инструкции.

5.18 Предельные значения ($\operatorname{tg}\delta_1$) должны удовлетворять требованиям заводской инструкции.

Приведение значения $\operatorname{tg}\delta_1$ к температуре плюс 20°C не требуется.

5.19 Значение емкости (C_1) не должны отличаться от значений, полученных на заводе-изготовителе, более чем на 5%.

5.17 После проведения замеров электрических характеристик установленного на оборудование ввода необходимо проверить надежность заземления измерительного вывода в объеме, указанном в п.6.2.14 настоящих Методических указаний.

6. Эксплуатация вводов

В процессе эксплуатации производятся:

- ежедневный визуальный контроль оперативным персоналом ПС,
- профилактические испытания и измерения электрических характеристик ввода и тепловизионный контроль.

Требования к визуальному контролю.

1. Ежедневный визуальный контроль (осмотр) производится оперативным персоналом ПС один раз в сутки (в дневную смену) во время обходов оборудования, при осмотре проверяется:
 - целостность крышки ввода;
 - отсутствие загрязнений на крышке ввода;
 - отсутствие течей (потеков масла) из высоковольтного ввода и из узла крепления (по опорному фланцу).

Кроме того, в темное время суток оперативным персоналом проверяется отсутствие поверхностных разрядов на крышке ввода.

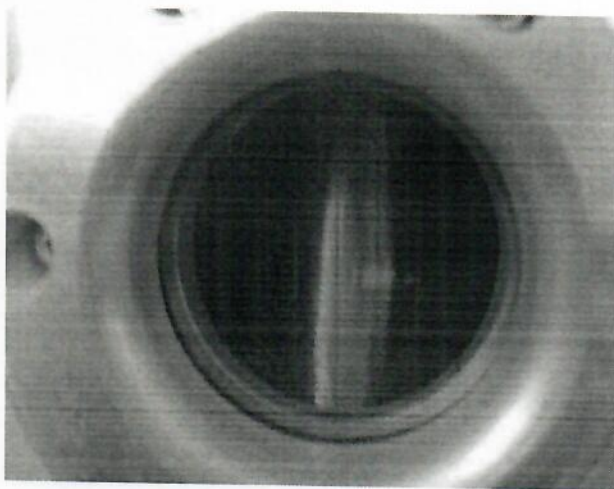
2. На полимерной изоляции не должно быть повреждений, на фарфоровой изоляции не должно быть сколов и трещин. Наличие и размер возможных дефектов фарфоровой поверхности регламентируется ГОСТ 13873-81.
3. Очистка полимерных крышек производится хлопчатобумажной тканью, без применения абразивных материалов, с использованием моющего средства: 5% водная эссенция моющего средства (мыло), денатурированный метиловый спирт (метилэтилкетон).
4. У вводов с внешней фарфоровой изоляцией класса напряжения 220 кВ и выше дополнительно производится контроль уровня масла в окошке маслоуказателя. Уровень масла должен быть всегда выше стекла маслоуказателя, т.е. вертикальные полосы не должны быть видны (см. рисунок 7).



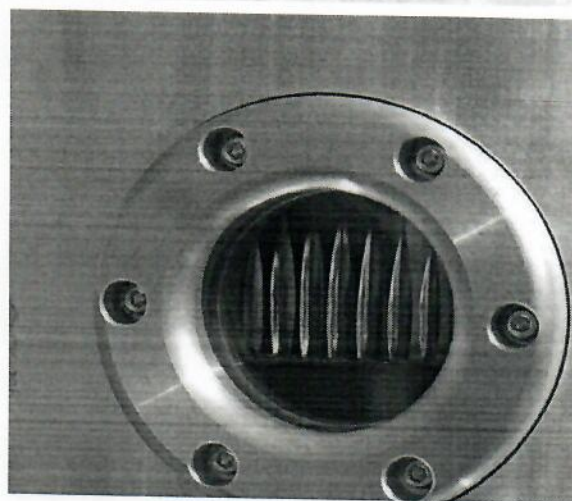
а) Уровень масла выше стекла



б) Уровень масла в области стекла



а) Нормальный уровень масла



б) Низкий уровень масла

Рисунок 7. Контроль уровня масла во вводе

5. Оперативному персоналу в случае выявления пониженного уровня масла (появление в стекле маслоуказателя светлых вертикальных полос) – незамедлительно сообщить об этом административно-техническому персоналу ПС для решения вопроса о выводе оборудования из работы с целью определения причин снижения уровня масла. В случае необходимости проведения ремонта или доливки масла во ввод необходимо получить консультацию завода-изготовителя.
6. Измерительный вывод должен быть герметично закручен колпаком.
7. Обнаруженные при визуальном контроле неисправности необходимо занести в «Журнал дефектов и неполадок с оборудованием».

Требования к проведению испытаний и измерений электрических характеристик.

8. Периодичность профилактических испытаний и измерений устанавливается решением главного инженера эксплуатирующей организации с учётом следующих рекомендаций завода – изготовителя:
 - через год после ввода в работу;

- в конце гарантийного срока;
- далее - согласно РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

9. Перед замерами электрических характеристик проводится визуальный осмотр ввода в соответствии с разделом 6.1.

10. Испытания и измерения выполняются в соответствии с РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» и схемами в соответствии со сборником методических пособий по контролю состояния электрооборудования (М.: ОРГРЭС, 2001). Испытания включают в себя:

- измерение сопротивления изоляции измерительного вывода $R_{из.изм.выв.}$;
- измерение тангенса угла диэлектрических потерь ($tg\delta_1$) основной изоляции при напряжении 10кВ (по прямой схеме);
- измерение ёмкости основной изоляции (С1) при напряжении 10кВ (по прямой схеме).

11. С целью получения достоверных данных испытания и измерения электрических характеристик ввода должны проводиться в сухую погоду при температуре окружающего воздуха не ниже $+5^{\circ}C$. В противном случае возможно искажение результатов.

Контрольные измерения на вводах требуют определенного опыта в обращении со средствами измерения, конфигурацией измерений и интерпретацией результатов измерений. Частично это зависит от того, что величины емкости относительно невелики и могут быть искажены даже под влиянием пространственных факторов окружающей среды. В частности, расположение ввода внутри трансформатора может повлиять на результаты измерений ввода после монтажа. На результаты измерения тангенса диэлектрических потерь оказывают влияние также влажность, погода и другие факторы.

Исходя из многолетней практики производства вводов с RIP-изоляцией и их наблюдения в процессе эксплуатации, можно утверждать, что незначительный прирост, менее 0,2%, тангенса угла диэлектрических потерь относительно значения, измеренного при проведении приемо-сдаточных испытаний на заводе изготовителе, не является показателем того, что изоляция ввода имеет повреждения и не пригодна для эксплуатации. Но если есть необходимость получить результат измерений $tg\delta_1$ с значением близким к измеренному на заводе, а при измерениях получается значение несколько выше - необходимо принятие специальных мер, таких как сушка нижней части изоляции с применением тепловой пушки и ее протирка спиртом или безводными растворителями. Также возможно применение термовакуумной камеры, имеющей достаточный размер.

12. Внимание! Измерение C_3 и $tg\delta_3$ во избежание повреждения ввода - не производить!

13. Измерение сопротивления изоляции измерительного вывода производить мегомметром на 2500 В.

14. Для проведения испытаний необходимо в соответствии с рисунком 9 отвернуть колпак вывода (поз. 1) и присоединить внешний измерительный провод к шпильке (поз. 3).
15. При проведении испытаний поверхность внешней изоляции (покрышки) и изоляции измерительного вывода должна быть сухой и чистой.
16. Очистку покрышки и изоляции измерительного вывода необходимо производить техническим спиртом с помощью специальной безворсовой ветоши.
17. Порядок производства испытаний и измерений вводов (на примере вводов силового трансформатора (рисунок 8)):
- Соединить между собой контактные клеммы вводов ВН;
 - Соединить между собой и заземлить контактные клеммы вводов НН;
 - Подключить измерительные средства к измерительному выводу одного из вводов ВН (измеряемому в настоящее время);
 - Подать испытательное напряжение на клемму вводов ВН и произвести измерения.
- Внимание! При этом измерительные выводы остальных вводов ВН должны быть заземлены!**

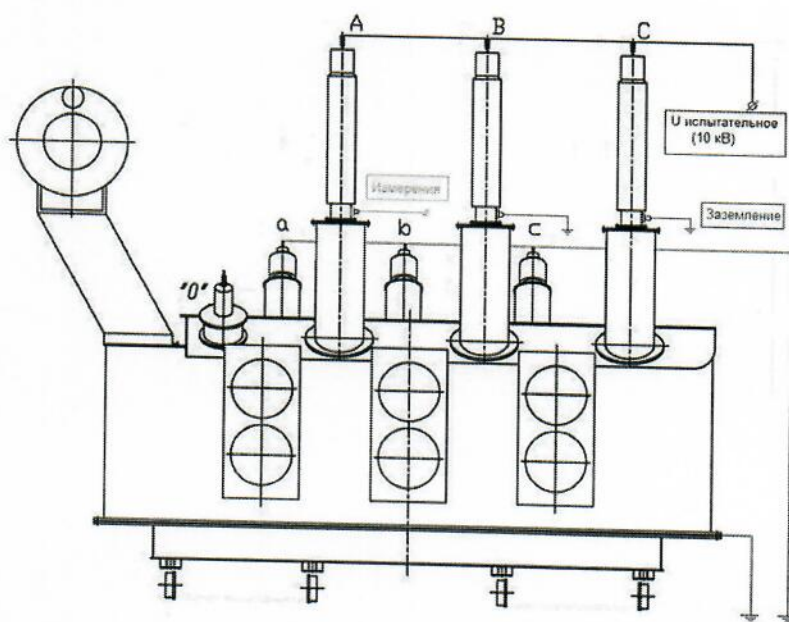


Рисунок 8. Пример проведения замеров электрических характеристик высоковольтного ввода фазы «А» ВН силового трансформатора

При выполнении измерений электрических характеристик на вводах НН порядок действий аналогичный, только заземляются объединенные через контактные клеммы вводы ВН и должны быть заземлены измерительные выводы вводов НН, на которых измерения не проводятся.

18. Сопротивление изоляции измерительного вывода должно иметь конечную величину (отсутствие обрыва) и соответствовать РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» (быть не менее 1000 МОм при вводе в эксплуатацию и не менее 500 МОм в процессе эксплуатации).

Следует учитывать, что сопротивление измерительного вывода исправной (не увлажненной) изоляции составляет десятки и сотни ГОм. Снижение данного параметра ниже 10 000 МОм может косвенно указывать на начальную стадию увлажнения изоляции. В этом случае следует проводить дополнительные диагностические мероприятия (испытание изоляции ввода методом ЧДС – частотно-диэлектрической спектроскопии), или обращаться на завод-изготовитель за консультациями.

19. Предельные значения тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta_1$ не должны быть ниже 0,25% в любом случае, и не должны превышать 0,7% при вводе в эксплуатацию и 1,2% в процессе эксплуатации. Приведения значения $\text{tg}\delta_1$ к температуре 20°C не требуется. В случае резкого (более чем на 0,2% за 1 год) роста $\text{tg}\delta_1$ необходимо срочно получить консультацию завода-изготовителя.¹

20. Значение емкости (С1) не должны отличаться от значений, полученных при вводе в эксплуатацию, более чем на 5%.²

21. После проведения замеров электрических характеристик ввода необходимо проверить надежность заземления измерительного вывода в соответствии с рисунком 9. В случае если на вводе применены предыдущие конструкции измерительных выводов, проверку надежности контакта заземления измерительного вывода следует проводить в соответствии с заводским РЭ (руководством по эксплуатации) на конкретный тип вводов.

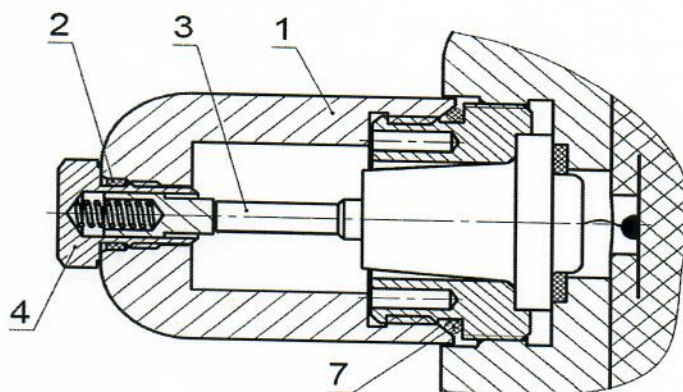
22. Если оборудование, на котором установлен ввод, выводилось из работы (в резерв, в ремонт и т.д.) на срок более 20 дней, то перед постановкой под напряжение необходимо проверить состояние подпружиненного контакта и самого измерительного вывода на предмет соответствия заводским требованиям, измерить сопротивление изоляции $R_{\text{из.изм.вывода}}$ измерительного вывода в соответствии с п. 6.2.3 настоящих Методических указаний.

23. Испытательное оборудование, приборы и устройства диагностики, используемые для испытаний и измерений электрических характеристик

¹ Требования пункта 6.2.12 не распространяются на ввод ГТВ II-15-110/2000 УХЛ1 (ИВЕЮ.686351.013). Для указанного типа ввода смотри значения, приведенные в Приложении в Разделе 1.

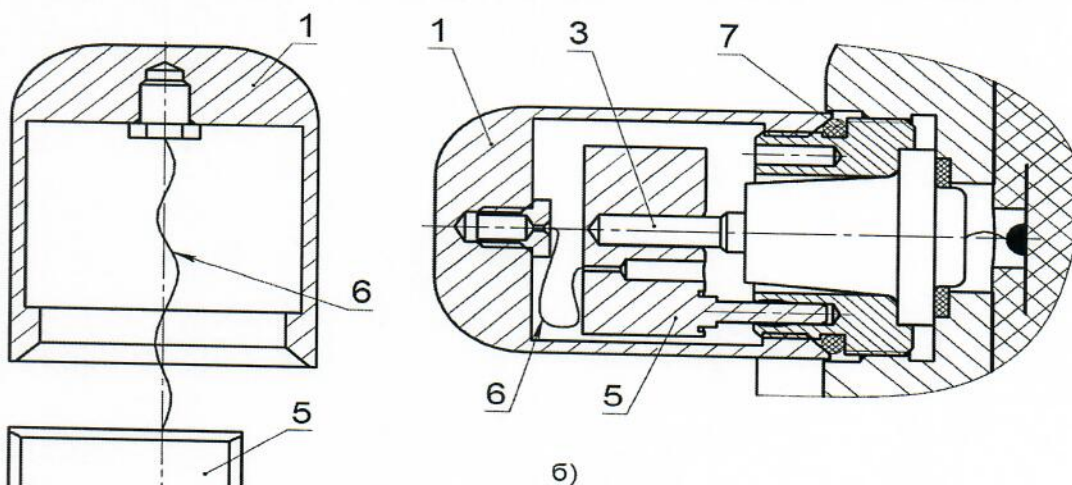
² Требования пункта 6.2.13 не распространяются на ввод ГТВ II-15-110/2000 УХЛ1 (ИВЕЮ.686351.013). Для указанного типа ввода смотри значения, приведенные в Приложении в Разделе 1.

вводов, должны быть обязательно сертифицированы, соответствовать требованиям РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» и заводской инструкции.



а)

Для осуществления заземления - колпак (поз.1) должен быть закручен до поджатия уплотнительного кольца (поз.7) - вручную!



б)

Для осуществления заземления - контакт (поз.5) установить в соответствии с рисунком, после чего для герметизации узла измерительного вывода необходимо закрутить колпак (поз.1) до поджатия уплотнительного кольца (поз.7) - вручную!

- 1 - колпак
- 2 - кольцо 011-014-19
- 3 - контактная шпилька
- 4 - контакт пружинный
- 5 - контакт
- 6 - тросик
- 7 - кольцо

Рисунок 9. Конструкция измерительного вывода

Тепловизионный контроль.

24. Проведение тепловизионного контроля (ТВК) вводов с RIP-изоляцией осуществляется в сроки, определяемые ПТЭ, РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» и рекомендациями завода – изготовителя. График проведения ТВК утверждается главным инженером эксплуатирующей организации.
25. ТВК направлен на выявление локальных нагревов и позволяет выявить недостаточный контакт в районе контактной клеммы, неустойчивый контакт заземления измерительного вывода и, только для вводов с полимерным изолятором без наполнителя, появление локальных дефектов на краях обкладок в видимой части ввода.

Контроль вводов под рабочим напряжением в процессе эксплуатации (в т.ч. on-line мониторинг)

26. Контроль состояния основной изоляции ввода под рабочим напряжением осуществляется на вводах 500 кВ обязательно, на низших классах напряжения – может быть организован по решению главного инженера эксплуатирующей организации. Такой контроль может проводиться как в режиме реального времени (при помощи аттестованных устройств диагностики (on-line мониторинга) и (или) устройств контроля изоляции (КИВ)), так и периодически.
27. Способ контроля под рабочим напряжением и контролируемые параметры (тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta_1$ основной изоляции, ёмкость основной изоляции C_1 , комплексная проводимость Y , частичные разряды ЧР и др.) зависят от применяемого устройства диагностики и регламентируются соответствующими руководствами по эксплуатации конкретного прибора.
28. Требования к устройствам контроля изоляции высоковольтных вводов с RIP-изоляцией на напряжение 330–750 кВ, основаны на не равновесно-компенсационном (балансовом) методе:
29. Устройство контроля изоляции вводов должно реагировать на емкостные токи, протекающие под воздействием рабочего напряжения через изоляцию вводов трех фаз, и включать сигнальный и отключающий элементы.
30. При срабатывании сигнального элемента с определенной выдержкой времени обеспечивается сигнализация. Отключающий элемент должен быть более грубым и при его срабатывании с определенной выдержкой времени производится отключение защищаемого оборудования.
31. Выбор тока срабатывания устройства защиты осуществляется по следующим критериям:
 - ток срабатывания на сигнал должен превышать на 5% максимально допустимый ёмкостной ток ввода;

- ток срабатывания на отключение должен превышать на 10% максимально допустимый ёмкостной ток ввода.

Максимально допустимый емкостной ток ввода вычисляется по емкости C_1 приведенной в паспорте высоковольтного ввода.

32. Выбор выдержки времени срабатывания устройства на сигнал должен определяться из условия отстройки от максимальной выдержки времени резервных защит элементов сети высшего напряжения, примыкающей к защищаемому оборудованию.

33. Выбор выдержки времени срабатывания устройства на отключение должен определяться из условия отстройки от быстродействующих защит, но не более 1,3 сек.

34. Для длительного подключения к измерительному выводу, внешних измерительных схем для контроля изоляции ввода под рабочим напряжением (для всех устройств, кроме КИВ-500; порядок подключения КИВ-500 приведен в разделе 8 настоящих Методических указаний), необходимо использовать специальный датчик, имеющий встроенную защиту от грозовых и коммутационных перенапряжений, а также специальную защиту от обрыва измерительного кабеля.

ВНИМАНИЕ! В случае, если система контроля изоляции ввода не введена в эксплуатацию, датчик на измерительный вывод не устанавливать! Заземление ввода, в обязательном порядке, должно осуществляться штатными элементами конструкции ввода в соответствии с рисунком 9.

8. Особенности подключения, наладки и эксплуатации устройств КИВ-500 на вводах с RIP-изоляцией.

8.1. Наладка и эксплуатация устройств контроля изоляции под рабочим напряжением (КИВ) для высоковольтных вводов осуществляется в соответствии с Методическими указаниями по техническому обслуживанию устройства КИВ (СО 34.35.669) СПО Союзтехэнерго, 1983.

8.2. Особенности подключения устройства КИВ-500 к вводам 500 кВ с RIP изоляцией:

8.2.1. При использовании для контроля изоляции вводов с RIP-изоляцией устройства КИВ-500 следует учитывать, что существующее устройство КИВ-500 имеет чрезвычайно высокое входное сопротивление (до 30 кОм) с большой индуктивной составляющей, что может приводить к недопустимому повышению напряжения на измерительном выводе.

8.2.2. При подключении КИВ-500 на измерительный вывод необходимо установить датчик ДВ-2/КИВ, входящий в комплект ввода. В этом случае колпак (поз. 1 рисунок 9) не устанавливать.

8.2.3. Перед подключением датчика ДВ-2/КИВ необходимо ознакомиться с паспортом, входящим в комплект поставки датчика.

Примечание: Датчик ДВ-2/КИВ имеет встроенную защиту от грозовых и коммутационных перенапряжений, а также специальную защиту от обрыва измерительного кабеля.

8.3. При подключении устройства КИВ-500 необходимо учитывать основные требования завода – изготовителя к устройству контроля изоляции высоковольтных вводов с RIP-изоляцией на напряжение 330-750кВ, которые приведены в п.7.3 настоящих Методических указаний.

8.4. Устройства КИВ-500 могут применяться совместно с другими системами диагностики и on-line мониторинга либо исключаться в пользу применения современных автоматизированных приборов непрерывного контроля, позволяющих фиксировать развитие дефекта на раннем этапе в режиме эксплуатации вводов.

8.5. В связи с тем, что значения емкости (C_x) на высоковольтных вводах 500 кВ с RIP-изоляцией могут значительно отличаться от емкости вводов старой конструкции (с бумажно-масляной изоляцией), возникают проблемы настройки схемы КИВ-500. Для обеспечения уравнивания емкостных токов высоковольтных вводов различных типов необходимо реализовать схему КИВ-500 с дополнительным согласующим трансформатором ТПС, приведенную на рисунке 10.

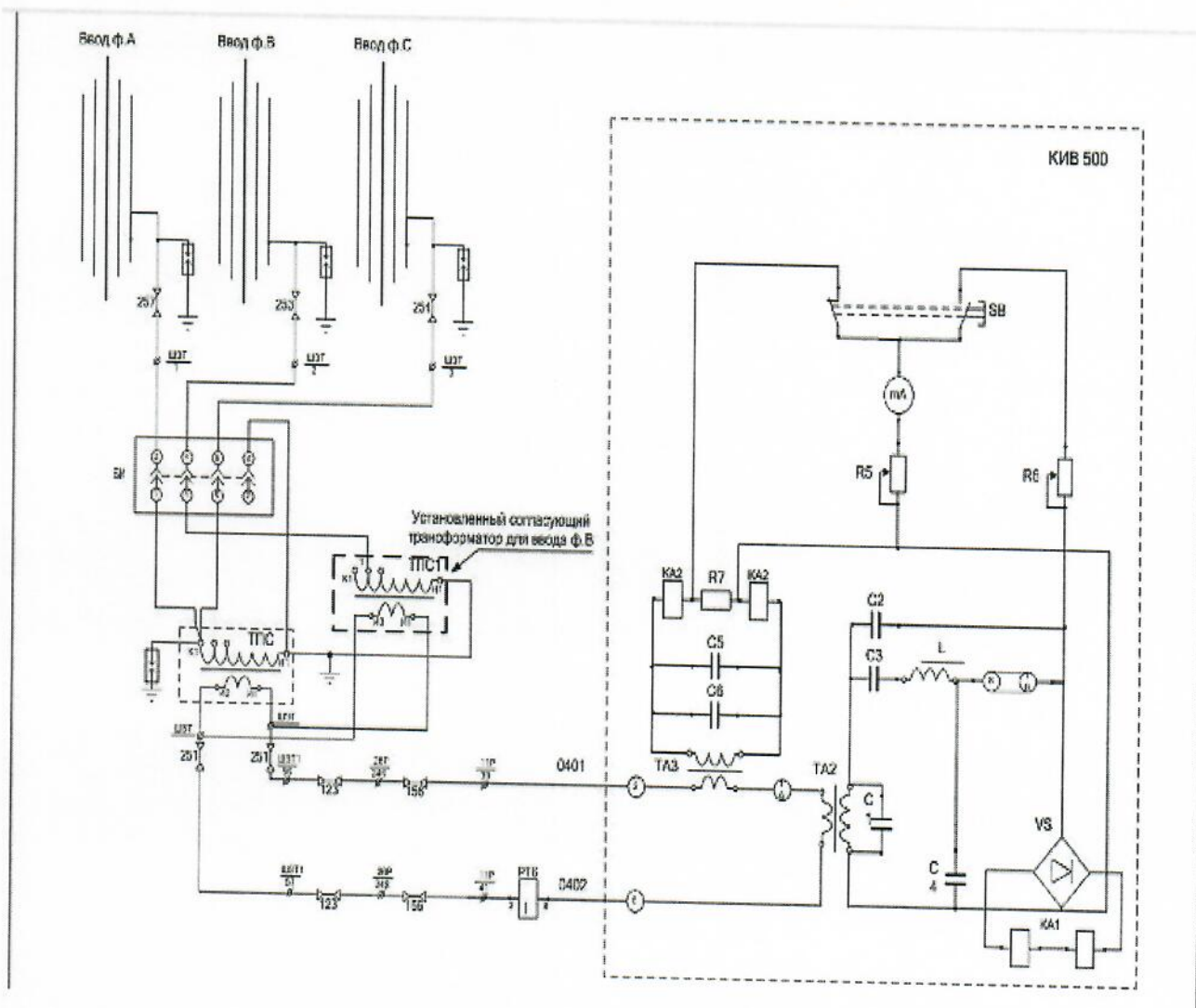


Рисунок 10. Схема принципиальная электрическая подключения КИВ-500 с дополнительным согласующим трансформатором ТПС.

9. Приемка высоковольтных вводов после ремонта оборудования и подготовка к вводу в работу

При приемке оборудования с высоковольтными вводами из ремонта и подготовке к вводу в работу необходимо:

- проверить комплектность ремонтной документации, наличие протоколов выполненных испытаний и измерений электрических характеристик всех вводов с заключением об их соответствии нормам (пригодности вводов к эксплуатации);
- провести визуальный осмотр в соответствие с п.б.1. настоящих Методических указаний;
- проверить готовность к работе схемы КИВ и (или) систем on-line мониторинга (правильность подключения, целостность вторичных цепей).

Дополнительные рекомендации по контролю технического состояния отдельных типов высоковольтных вводов ООО «Масса» - завод «Изолятор» в процессе эксплуатации

1. Рекомендации по предупреждению технологических нарушений и аварий при эксплуатации высоковольтных вводов типа ГТВ П-15-110/2000 УХЛ1 (заводской чертеж № ИВЕЮ.686351.013, РВР-изоляция)

1. Эксплуатировать масляные выключатели с уровнем масла в баке в соответствии с требованиями инструкции на выключатель, при этом параметры масла должны отвечать требованиям РД.34.45-51.300-97 таб.25.3.
2. Измерения проводить при температуре окружающего воздуха не ниже +5°C. При получении значений $\text{tg}\delta_1 > 1\%$ и/или прироста ёмкости C_1 более 10% по сравнению с измеренной после монтажа, результаты направлять на завод для анализа и принятия решения по дальнейшей эксплуатации.

Также в этом случае необходимо учесть периодичность проведения измерений до 1 раза в год.

Допускается эксплуатировать вводы с приростом ёмкости не более 20% от первоначальных значений, при условии, что $\text{tg}\delta_1$ изоляции стабилен и не превышает граничных значений.

В случаях, когда параллельно с ростом ёмкости C_1 (свыше 10-20% по отношению к предпусковым значениям) наблюдается рост $\text{tg}\delta_1$ (более 1,5%), наиболее вероятно имеет место развитие внутреннего дефекта электрического характера. В этом случае необходимо выводить ввод из работы для его замены.

3. Проверять надежность заземления измерительного вывода.
4. Проверять целостность проводника, установленного в районе стяжного узла (оголовнике) при проведении профилактических замеров электрических характеристик изоляции, а также после коммутаций токов КЗ. Окисление проводника не допускается.

Последовательность действий при осмотре проводника:

- расшиновать ввод;
- демонтировать контактную клемму;
- вывернуть стопорный винт М5 из гайки крепления экрана;
- отвернуть гайку и снять экран;
- осмотреть проводник;
- при необходимости вывернуть два винта М5 крепления проводника;

- заменить проводник (если поврежден) или зачистить места сопряжения проводника с деталями ввода наждачной бумагой № 0 и смазать контактной смазкой;
- собрать верхний узел ввода в обратной последовательности.

2. Инструкция по регулировке уровня масла во вводах типа ГКТ II-45-220/2000 (заводской чертеж № ИВЕЮ.686352.002 и 003); ГКТ III-60-252/2000 01 (заводской чертеж № ИВУЕ.686353.113 и 114)

Регулировка уровня масла во вводах осуществляется только при появлении уровня масла в смотровом стекле или обнаружении подтеков масла. В этом случае необходимо выявить и устранить причину снижения уровня масла после чего:

1.1. Вывернуть из верхнего фланца ввода пробку поз.2 и вынуть ниппель поз.3.

1.2. Вывернуть из бокового отверстия винт М10 поз.4 и ввернуть вместо него штуцер П-6471 с надетым на него прозрачным шлангом подходящего диаметра или вставить в отверстие М10 прозрачный шланг наружным диаметром ≈ 10 мм. Направить шланг открытым концом вверх и зафиксировать его, привязав к верхнему колпаку ввода.

1.3. Отвернуть клапан поз.1 на 2-3 оборота и произвести заливку ввода маслом через прозрачный шланг.

1.4. В случае перелива масла выше бокового отверстия, которое определяется по уровню масла в прозрачном шланге, развернуть шланг открытым концом вниз и слить лишнее масло из ввода. Установившийся уровень должен соответствовать уровню, приведенному в Таблице 1.

1.5. Учитывая, что при температуре масла ниже $+20^{\circ}\text{C}$, невозможно его слить и проконтролировать расстояния уровня масла от оси пробки, допускается **временная** установка уровня масла, соответствующего температуре $+20^{\circ}\text{C}$ по оси сливной пробки. В этом случае после достижения температуры масла во вводе $+20^{\circ}\text{C}$ необходимо **обязательно** произвести окончательную регулировку уровня масла в соответствии с Таблицей 1.

ВНИМАНИЕ!

Если уровень масла отрегулирован неверно, при крайних положительных температурах во вводе возникнет нерасчетное давление, способное привести к разрушению фарфоровой крышки.

Нормальный уровень масла
в зависимости от температуры масла во вводе

Температура масла во вводе, °С	Долив, дм ³ (л)	Слив, дм ³ (л)	Расстояние от оси пробки, мм
+60	0,8	---	+24
+50	0,6	---	+18
+40	0,4	---	+12
+30	0,2	---	+6
+20	не требуется	не требуется	0
+10	---	0,2	-6
0	---	0,4	-12
-10	---	0,6	-18
-20	---	0,8	-24
-30	---	1,0	-30
-40	---	1,2	-36
-50	---	1,4	-42
-60	---	1,6	-48

ПРИМЕЧАНИЕ: определение реального уровня масла с помощью щупа не представляется возможным из-за стяжного узла в верхней части корпуса ввода.

1.6. После окончательной регулировки уровня масла заверните клапан поз.1 до упора и выверните технологический штуцер или извлеките прозрачный шланг из отверстия М10. Установите винт поз.4 на место и убедитесь в отсутствии течи масла.

1.7. Установите в отверстие на верхнем фланце ниппель поз.3 и заверните пробку поз.2.

СПРАВОЧНО:

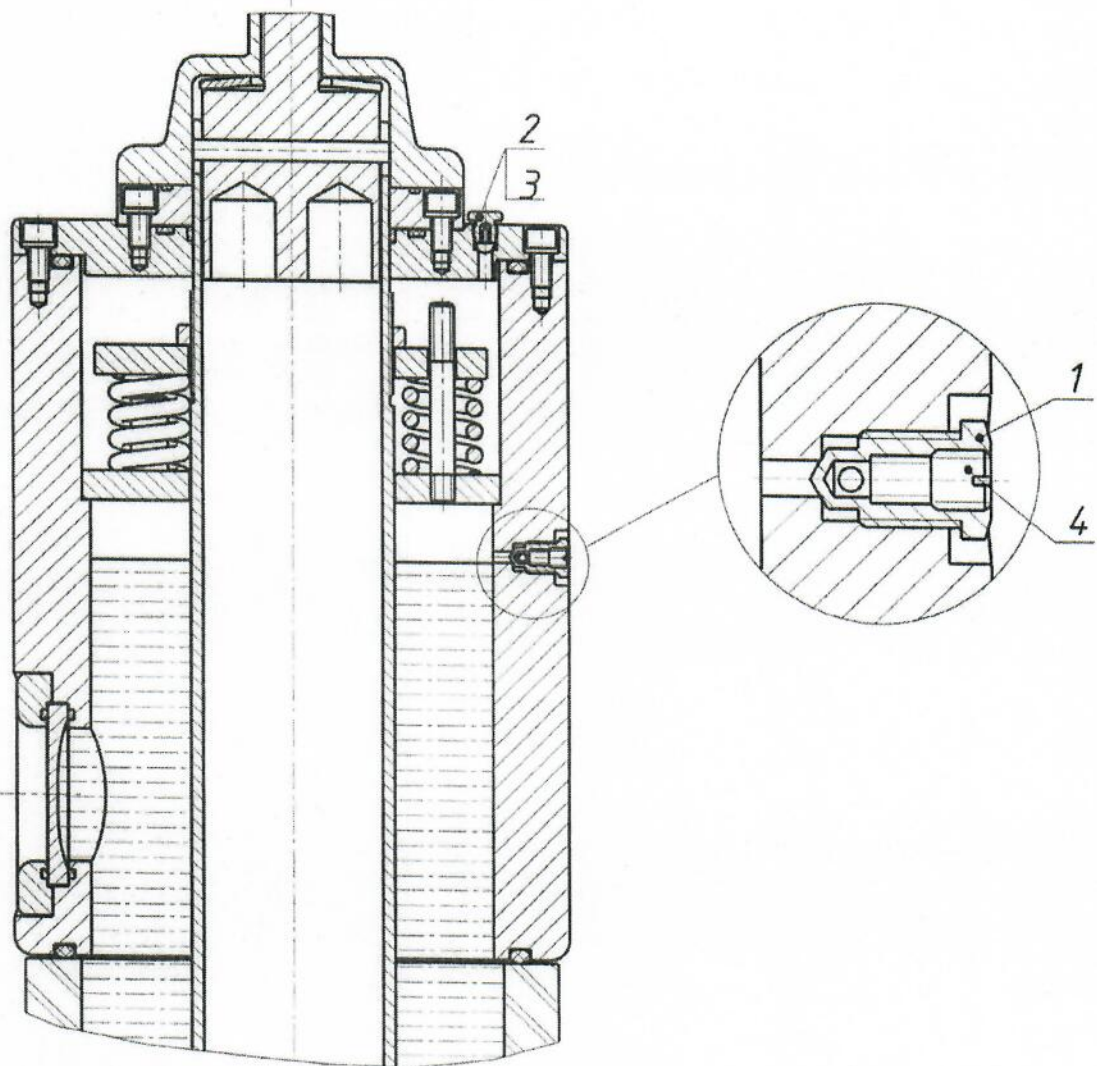
Температура масла во вводе рассчитывается как средняя арифметическая величина между температурой окружающего воздуха и температурой верхних слоев масла, т.е.:

$$T_M = (t_{ОВ} + t_{ВСМ}) / 2, \text{ где:}$$

$t_{ОВ}$ - температура окружающего воздуха;

$t_{ВСМ}$ - температура верхних слоев масла трансформатора или автотрансформатора.

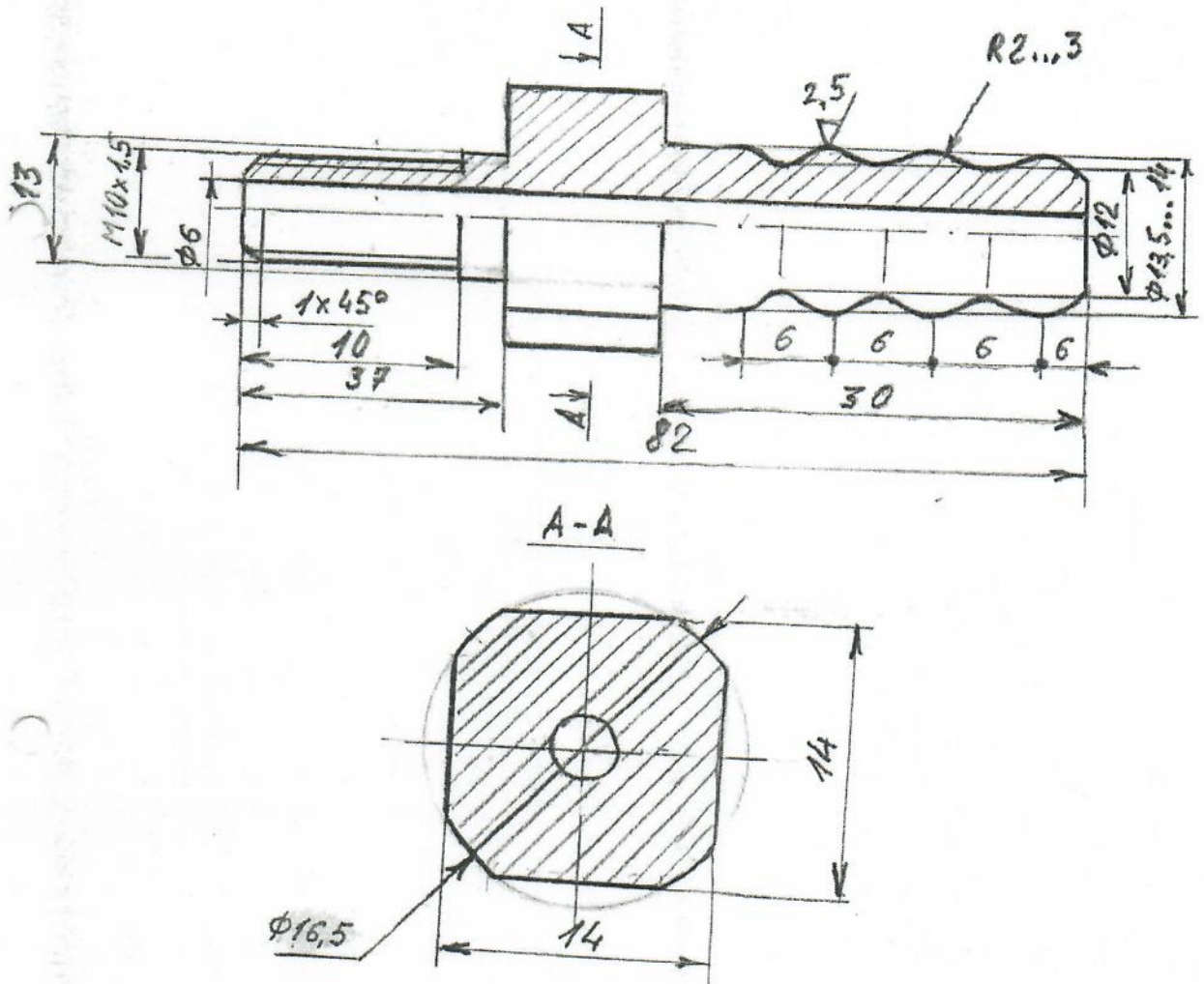
Клапан поз.1 и пробка поз.2 условно показаны
в одной плоскости



- 1-Клапан (M16)
- 2-Пробка (M14x1,5)
- 3-Ниппель
- 4-Винт (M10)

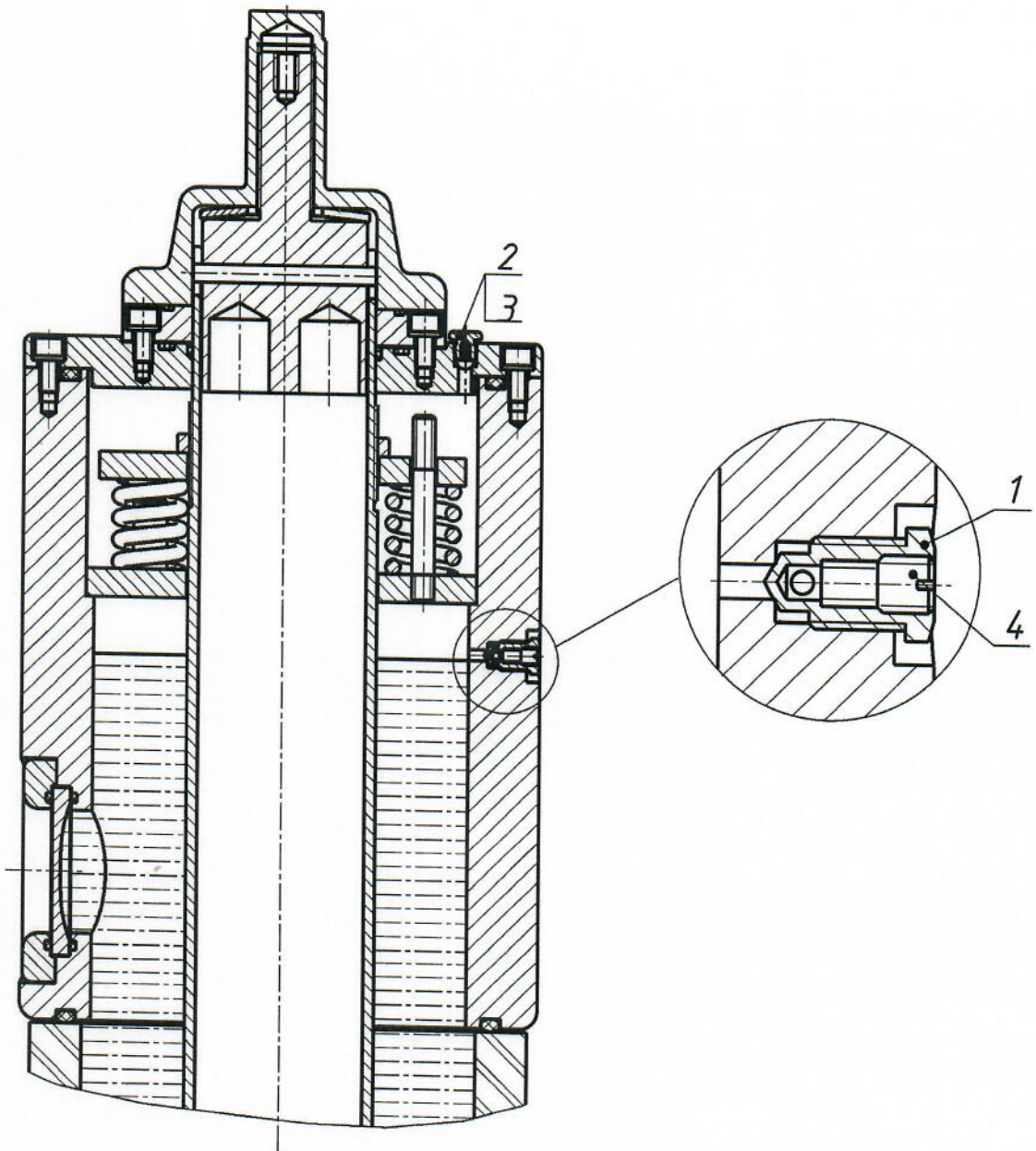
Верхняя часть вводов ИВЕЮ.686352.002 и 003

Штырь 17-6471
(для вводов 352.002; 003; 007)



Материал: Сталь или Латунь

*Клапан поз.1 и пробка поз.2 условно показаны
в одной плоскости*



- 1-Клапан (M16)
- 2-Пробка (M14x1,5)
- 3-Ниппель
- 4-Винт (M10)

Верхняя часть вводов ИВЧЕ.686353.113 и 114

3. Причины разгерметизации вводов с фарфоровой крышкой

В центральной трубе ввода имеется сквозной паз глубиной 35 мм, в котором при монтаже с помощью штифта фиксируется контактная шпилька. При наворачивании колпака согласно Руководству по эксплуатации с моментом не менее 100 Н•м до упора за счет ввинчивания резьбы контактной шпильки в резьбу колпака штифт займет среднее положение в пазу трубы, оторвавшись от нижней точки паза (рис. 1).

В случае, если колпак навернут с нарушением руководства по эксплуатации (т.е. не довернут), контактная шпилька вместе со штифтом останутся в крайнем нижнем положении (рис. 2). Даже такое неправильное положение шпильки за счет завинчивания 8 винтов М10 позволит загерметизировать ввод и стянуть уплотняемые поверхности до смыкания. Поэтому неправильный монтаж токоведущей шпильки визуально определить невозможно.

При навинчивании верхнего колпака резьбовая часть контактной шпильки находится внутри колпака, поэтому визуальный контроль и измерение величины выхода шпильки невозможно. Необходимо точно исполнять РЭ и навинчивать колпак с указанным усилием.

При введении трансформатора в работу за счет нагрева ввода неминуемо произойдет удлинение центральной трубы. При нормальном расположении штифта в пазе трубы, труба имеет возможность свободного перемещения относительно контактной шпильки со штифтом, пружинный узел немного удлинится (на 2-3 мм), но его усилие 4000 кг достаточно для обеспечения герметичности ввода. При расположении штифта в нижней точке паза пружинный узел ввода не работает, и весь верхний колпак оторвется от крышки на величину удлинения трубы.

Пока степень деформации прокладки между крышкой и верхним корпусом сможет держать давление масла, ввод будет герметичен, но с течением времени или с ростом давления масла внутри ввода при нагревании произойдет раскрытие в месте уплотнения корпус-фарфор с выбросом масла.

После сброса давления и слива определенного количества масла ввод может опять стать герметичным, в худшем случае из ввода вытечет масло, находящееся выше фарфоровой крышки (рис. 3).

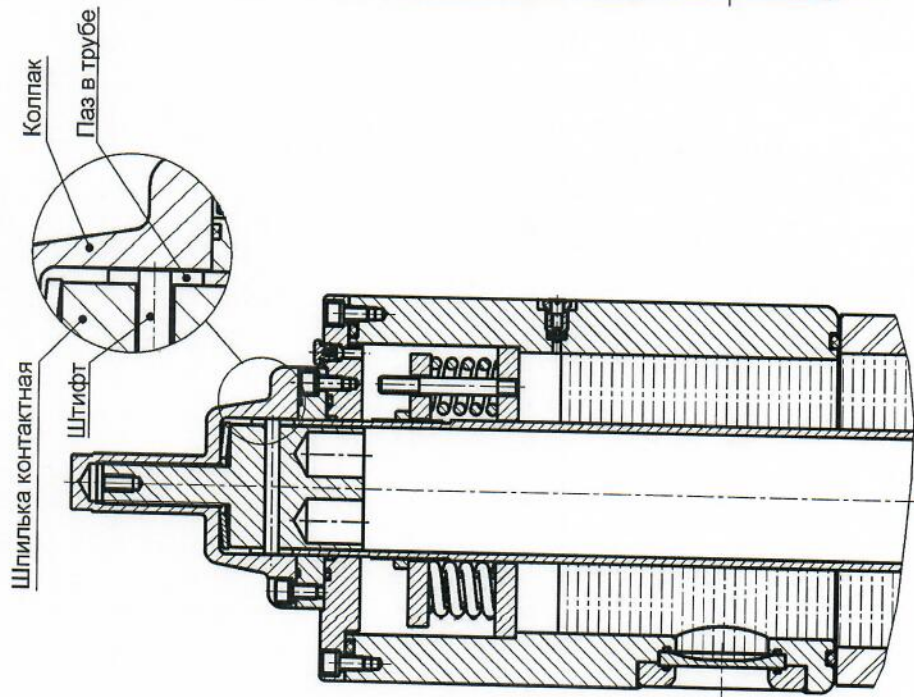


Рисунок 1
Правильное положение колпака и шпильки

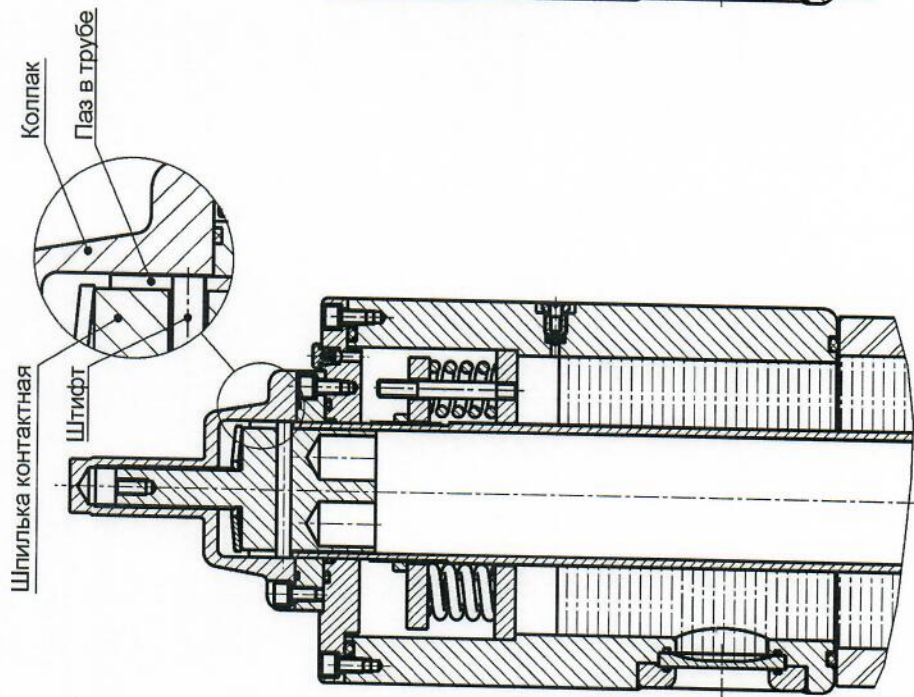


Рисунок 2
Неправильное положение колпака и шпильки

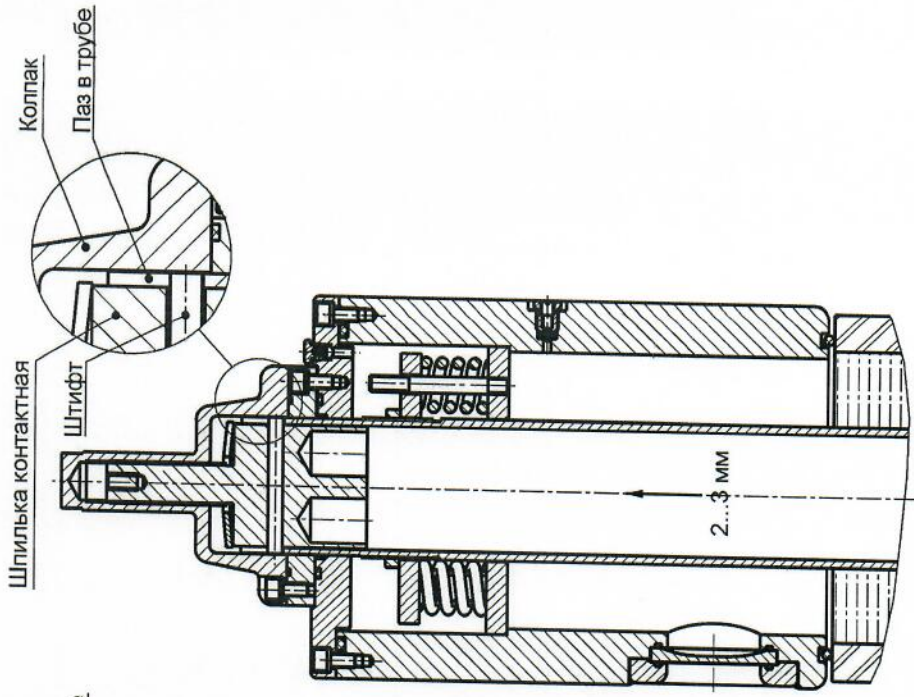


Рисунок 3
Разгерметизация ввода

