

**Вводы типа ВОИТ
с бумажно-масляной изоляцией
для трансформаторов**

Руководство по эксплуатации

ГКСЛ 680255.001 РЭ

Выпуск 8



Содержание

1	Описание	3
1.1	Конструкция	3
1.2	Электрические характеристики	5
1.3	Механические нагрузки	5
1.4	Условия эксплуатации	6
1.5	Запасные части	6
2	Установка	6
2.1	Инструменты для монтажа	6
2.2	Расходные материалы	7
2.3	Транспортировка и хранение	7
2.4	Монтаж	7
2.4.1	Подъем ввода, строповка.....	7
2.4.2	Монтаж переходного фланца.....	8
2.4.3	Установка на трансформатор.....	8
2.4.4	Монтаж внутренней контактной шпильки ввода с верхним подсоединением	10
2.4.5	Монтаж стержневого проводника	12
2.4.6	Монтаж внешней контактной шпильки	13
2.4.7	Монтаж рогового разрядника.....	13
2.4.8	Заземление фланца.....	13
2.5	Время выдержки перед включением.....	14
2.6	Рекомендуемые испытания до подачи напряжения	14
2.6.1	Проверка герметичности между трансформатором и фланцем ввода.....	14
2.6.2	Проверка герметичности сборки внешней контактной шпильки	15
2.6.3	Измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь	15
2.6.3.1	Общие положения.....	15
2.6.3.2	Измерительное оборудование.....	16
2.6.3.3	Установка и подключение моста.....	16
2.6.3.4	Процедура измерения.....	17
2.6.3.5	Анализ результатов измерений.....	18
2.6.4	Проверка сквозного сопротивления.....	18
3	Техническое обслуживание	19
3.1	Рекомендуемое техническое обслуживание и надзор	19
3.1.1	Чистка поверхности фарфоровых изоляторов	19
3.1.2	Измерения емкости и $\text{tg } \delta$	19
3.1.3	Тепловизионный контроль за локальным перегревом проводников	19
3.1.4	Контроль герметичности	19
3.1.5	Контроль и регулирование уровня масла	19
3.2	Утилизация после окончания срока службы.....	20
4	Техника безопасности	21
5	Комплектация.....	21
6	Адрес завода – изготовителя.....	21

1 Описание

1.1 Конструкция

Принцип конструкции вводов типа ВОГТ показан на рис. 1. Главной изоляцией ввода является тело, состоящее из электроизоляционной бумаги, намотанной на алюминиевую трубу с алюминиевыми обкладками, предназначенными для выравнивания электрического поля. Верхний и нижний фарфоровый изолятор, а также расширитель, монтажный фланец и удлинение фланца закреплены между экраном и верхней концевой гайкой на центральной трубе. Уплотнения выполнены маслостойкими резиновыми прокладками. Кольцевое пространство между телом ввода и фарфоровыми изоляторами заполнено очищенным дегазированным трансформаторным маслом. В верхней части ввода имеется заполненное азотом пространство, которое служит для компенсации температурного расширения масла. Для вводов с относительно небольшим количеством масла для компенсации температурного расширения достаточно пространства в верхней части фарфорового изолятора (рис. 1а). Для вводов с большим количеством масла для этой цели в верхней части имеется расширитель.

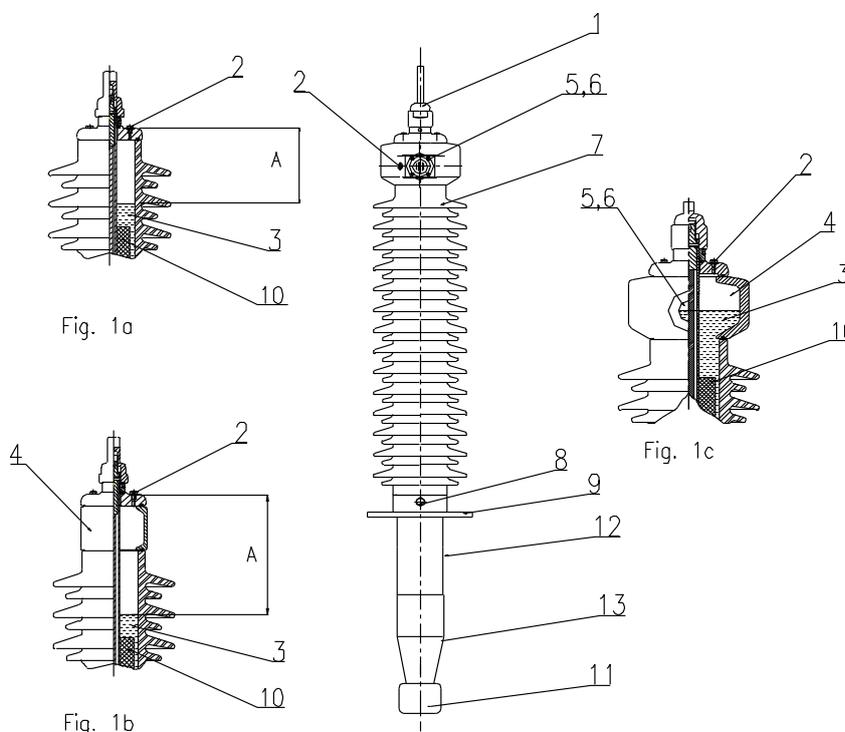


Рис. 1 Конструкция

1) Внешняя контактная шпилька; 2) Отверстие для залива масла, герметизирующееся болтом М8 с шайбой и резиновым уплотнением, ГКСЛ 754176.001; 3) Масло; 4) Расширитель; 5) Стекло маслоуказателя, ГКСЛ 756675.001; 6) Резиновое уплотнение, ГКСЛ 754175.002-416; 7) Фарфоровый изолятор; 8) Измерительный вывод, ГКСЛ 686467.001 СБ, ГКСЛ 686467.004 СБ; 9) Фланец; 10) Остов ввода; 11) Экран; 12) Удлинение фланца; 13) Фарфоровый изолятор.

Конструкция расширителя ввода бывает двух типов: с указателем уровня масла (рис. 1с) и без него (рис. 1а, 1б). Вводы имеют измерительный вывод (см. рис. 2, 3), который может быть использован для контроля состояния изоляции ввода путем измерения емкости C и $\text{tg}\delta$. Измерительный вывод в рабочем состоянии автоматически заземляется посредством подпружиненного контакта. Для подключения измерительного кабеля используется тест-адаптер (см. рис.4). Для удаления воздуха из бака трансформатора на фланце ввода имеется деаэрационное отверстие с резьбой.

Рис. 2
Измерительный вывод ГКСЛ 686467.001СВ
(предыдущая конструкция)

- 1) Крышка
- 2) Уплотнение
- 3) Заземляющий подпружиненный контакт
- 4) Ввод
- 5) Фланец
- 6) Последняя обкладка остова ввода
- 7) Втулка с дюймовой резьбой 5/8" UNC

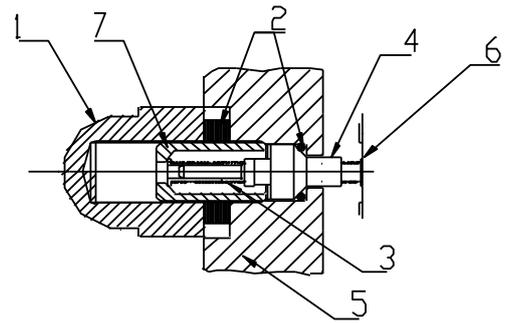


Рис. 3
Измерительный вывод ГКСЛ 686467.004СВ
(устанавливается с 2003 г.)

- 1) Контактный узел
- 2) Пружина тарельчатая
- 3) Прижимное кольцо
- 4) Гайка М30×2
- 5) Стержень контактный
- 6) Прокладка круглая 22×2
- 7) Прокладка круглая 32,4×1,6

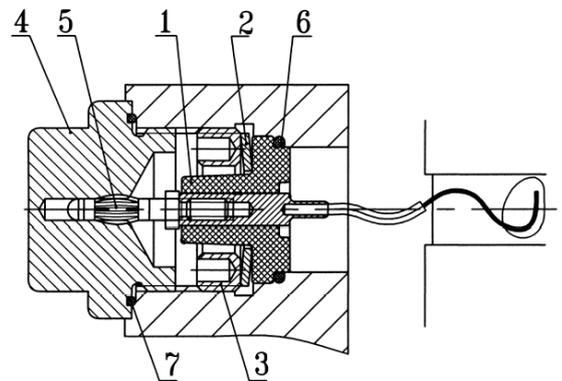


Рис. 4
Тест-адаптер для подключения
измерительного оборудования
(для измерительного вывода рис.2)

- 1) Зажимная гайка для измерительного кабеля
- 2) Изолирующая втулка
- 3) Цилиндрическая гайка

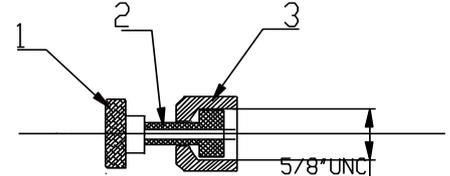
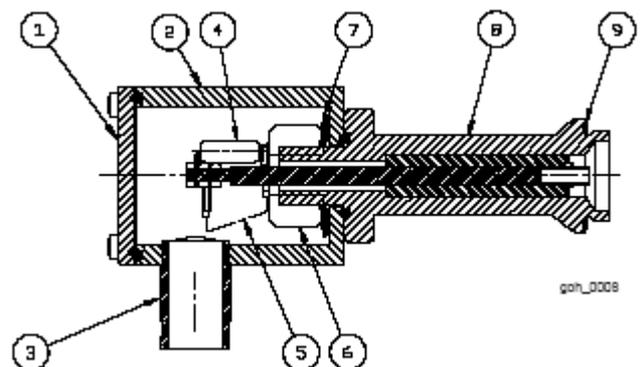


Рис. 5
Адаптер для постоянного подключения
измерительных цепей

- 1) Крышка
- 2) Коробка
- 3) Кабельный сальник (стальная трубка с резьбой) 22.5 (Pg16 в соотв. с DIN 40430)
- 4) Защитный резистор, 10 кОм, 5 Вт
- 5) Заземляющий проводник (должен быть удален перед подсоединением внешнего кабеля)
- 6) Гайка
- 7) Пружинная шайба Belleville
- 8) Соединитель к тест-выводу
- 9) О-образная прокладка



Расшифровка условного обозначения вводов:

ВОИТ-45-170-550/800

В - ввод (bushing);

О - масло (oil);

И - пропитанный (impregnated);

Т - трансформаторный (transformer);

45 - допустимый угол наклона к вертикали в градусах;

170 - класс напряжения, кВ;

550 - напряжение грозового испытательного импульса, кВ;

800 - номинальный ток, А.

1.2 Электрические характеристики

Основные электрические характеристики вводов типа ВОИТ представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Электрические характеристики

Тип ввода	Ном. ток, А	Ном. напряжение U_n , кВ	Фазн. напряжение U_f , кВ	Грозовой импульс в сухом состоянии, кВ	Испытат. 1 мин. напряжение под дождем, 50 Гц, кВ	Испытат. 1 мин. напряжение в сухом состоянии, 50 Гц, кВ	Коммутационный импульс в сухом состоянии, кВ
ВОИТ-45-52-250/800	800	52	52	250	105	120	120
ВОИТ-45-52-250/1250	1250	52	52	250	105	120	120
ВОИТ-45-72-325/800	800	72.5	72.5	350	140	150	300
ВОИТ-45-100-380/800	800	100	72.5	380	150	162	330
ВОИТ-45-100-380/1250	1250	100	72.5	380	150	162	330
ВОИТ-45-110-550/1250	1250	170	123	550	230	265	470
ВОИТ-45-123-450/800	800	123	90	450	185	195	410
ВОИТ-45-170-550/800	800	170	123	550	230	260	470
ВОИТ-45-170-550/1250	1250	170	123	550	230	260	470
ВОИТ-45-170-650/1250	1250	170	145	650	275	300	580

Таблица 2. Токовые нагрузки

Номинальный ток ввода, А	Проводник	Допустимый ток по МЭК, А
800	Медный стержень $\varnothing 20$ mm	800
1250	Медный стержень $\varnothing 32$ mm	1250
800, 1250	Гибкий медный кабель 50 mm ²	165
800, 1250	Гибкий медный кабель 70 mm ²	225
800, 1250	Гибкий медный кабель 95 mm ²	300
800, 1250	Гибкий медный кабель 150 mm ²	475
1250	Гибкий медный кабель 185 mm ²	530
1250	Гибкий медный кабель 285 mm ²	665

1.3 Механические нагрузки

В таблице 3 представлены консольные нагрузки (1 мин. испытательные и максимальные длительно допустимые) прикладываемые к внешней контактной шпильке. Угол установки к вертикали вводов типа ВОИТ может быть в диапазоне 0 - 45 °.

Таблица 3. Консольные нагрузки

Тип ввода	Испытательная консольная нагрузка 1 мин, Н	Максимальная длительно допустимая консольная нагрузка, Н
ВОИТ-250/800	2340	1800
ВОИТ-250/1250	4000	3000
ВОИТ-325/800	1950	1500
ВОИТ-380/800	1800	1400
ВОИТ-380/1250	3750	2900
ВОИТ-450/800	1500	1150
ВОИТ-550/800	1800	1300
ВОИТ-550/1250	3100	2400
ВОИТ-650/1250	3380	2600

1.4 Условия эксплуатации

Стандартная техническая спецификация для вводов типа ВОИТ следующая

Применение:	Трансформаторы
Классификация:	Вводы с бумажно-масляной изоляцией конденсаторного типа, наружной установки
Температура окружающего воздуха:	От -60 до +40 °С, УХЛ1 по ГОСТ 15150-69
Тип и температура среды погружения:	Трансформаторное масло. Максимальная среднесуточная температура масла 90 °С. Максимальная временно-допустимая температура 115 °С
Уровни загрязнения:	Длина пути утечки в соответствии с МЭК 815
Уровень масла ниже фланца ввода:	Максимум 30 мм
Высота над уровнем моря:	< 1000 м
Максимальное давление внешней среды:	100 кПа допустимое избыточное давление

1.5 Запасные части

Для всех деталей, замена которых возможна без разборки ввода, на рисунках данной инструкции указаны номера чертежей для их заказа или размеры. Для замены фарфоровых изоляторов и других основных частей необходимо специальное оборудование, поэтому в этом случае необходимо обратиться в ООО «АББ».

2 Установка

2.1 Инструменты для монтажа

- Мягкие стропы (ремни)
- Рым-болт М12 для монтажа под углом
- Корд с вертлюгом М8
- Гаечные ключи для шестигранных болтов с шириной головки от 16 мм (М10) до 66 мм.

2.2 Расходные материалы

- Обезвоженный технический вазелин, Мобилгрис 28 или другие смазочные материалы безопасные для трансформаторного масла и предназначенные для смазки винтов, которые могут контактировать с трансформаторным маслом.
- Мобилгрис 28 или другие смазочные материалы для смазки и защиты заземляющего винта и резинового уплотнения во внешней контактной шпильке.
- Моликот 1000 или другие соответствующие компаунды для смазки винтов, резьбовых соединений, создающих контакт и уплотняющих внешнюю контактную шпильку.

2.3 Транспортировка и хранение

Вводы поставляются с предприятия ООО «АББ» в деревянных ящиках имеющих надпись «Верхняя часть ввода».

Внимание!

Вводы транспортируются в горизонтальном положении. Хранение в горизонтальном положении допускается не более 6 месяцев. Для более длительного хранения (более 6 месяцев) ввод рекомендуется перевести в вертикальное или наклонное положение так, чтобы маркировка «Верх» находилась вверху (см. рис.6).

При хранении вне помещения упаковочные ящики с вводами должны быть защищены от дождя и снега брезентом или навесом.

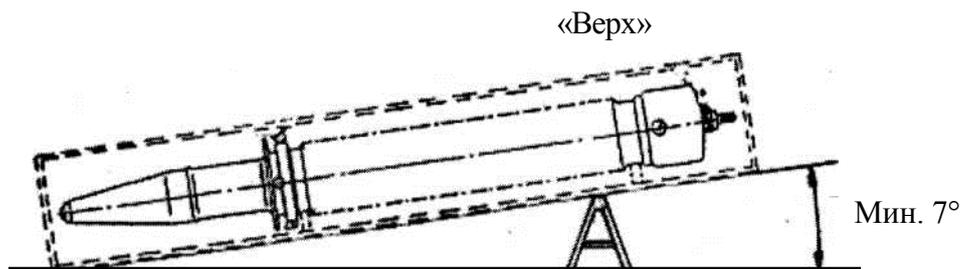


Рис. 6 Длительное хранение

При получении ввод следует тщательно осмотреть на предмет возможных повреждений при транспортировке. Следует иметь ввиду, что приемо-сдаточные испытания проводились при погружении нижней части ввода в трансформаторное масло и на ней могло остаться немного масла, особенно в зазорах между металлом и фарфором. Технический вазелин используется для смазки резьбовых соединений и при определенной температуре может выглядеть как масло. При подозрении на наличие утечки ввод следует несколько раз тщательно очистить с помощью этилового спирта или растворителя перед проведением новой проверки на герметичность. При использовании растворителя необходимо следить, чтобы он не попадал в сочленения, где расположены резиновые уплотнения.

2.4 Монтаж

2.4.1 Подъем ввода, строповка

Для извлечения ввода из упаковочного ящика используйте два чистых подъемных стропа из текстильного материала, как показано на рис.7. Если ввод помещается на землю, то он должен опираться на те же точки, как и в упаковочном ящике или на фланец и расширитель. Легкие вводы могут быть подняты вручную.

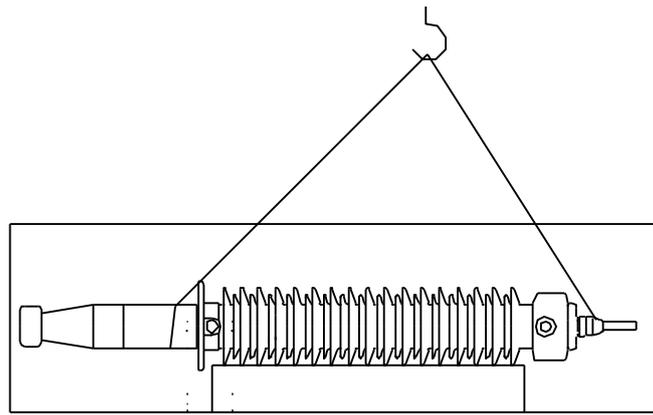


Рис. 7 Извлечение ввода из упаковки

2.4.2 Монтаж переходного фланца

Вводы типа ВОИТ-45-110-550/1250, КН 1.4.003 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 12 болтов М16х35 с шайбами 16, ГОСТ 7805-78, см. рис. 8. Для герметизации соединения используется шнур из нитрильной маслостойкой морозоустойчивой резины, который поставляется вместе с переходным фланцем. Шнур укладывается в паз переходного фланца (поз. 3 рис. 8). Для этого шнур обрезается с припуском на длину канавки 10-15 мм. Номинальная длина шнура 735 мм. Стыковку концов шнура производить «на ус». После укладки уплотнения произвести стыковку фланцев и затянуть болты.

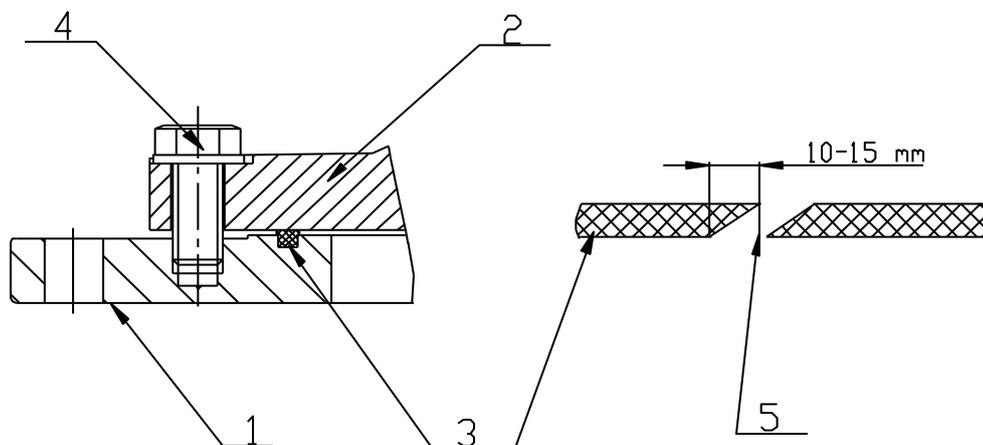


Рис. 8 Монтаж переходного фланца

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

2.4.3 Установка на трансформатор

Внимание !

Перед установкой необходимо тщательно проработать вопрос размещения ввода внутри бака трансформатора рис. 9, табл.4.

Углы отсчитываются от уровня нижнего конца удлинения фланца.

R_{min2} – означает, что края неизолированных деталей в области 0-45° должны иметь радиус не менее 2 мм.

R_{min5} - означает, что края неизолированных деталей в области 45-60° должны иметь радиус не менее 5 мм.

R – расстояние от осевой линии ввода до стенки бака трансформатора или заземленных деталей.

Эти радиусы вычислены с учетом распределения потенциалов вокруг нижней части ввода.

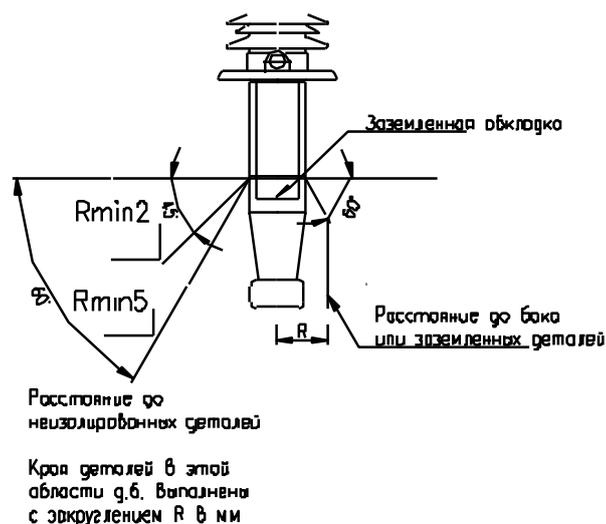


Рис. 9 Размещение ввода внутри бака трансформатора.

Таблица 4

Тип ВОГТ	Уровень изоляции трансформатора, кВ	R, мм
250/800	170-70	65
	250-95	75
250/1250	170-70	75
	250-95	85
325/800	250-95	75
	325-140	100
380/800	325-140	100
	380-150	105
380/1250	325-140	105
	380-150	110
450/800	380-150	105
	450-185	125
550/800	450-185	130
	550-230	155
550/1250	450-185	140
	550-230	160
650/1250	550-230	160
	650-275	185

Масса ввода указана на идентификационной табличке в кг. Если не имеется подъемного устройства для закрепления на верхнем торце ввода, то допускается накладывать подъемные стропы, как это показано на рис. 10 и 11. При подъеме нижняя часть ввода должна опираться на мягкую подложку, например резиновый коврик, или деревянную доску.

Внимание ! При монтажных работах будьте осторожны с нижним экраном, имеющим эпоксидное покрытие.

Центральное отверстие (труба) ввода должно быть тщательно прочищено и проверено перед установкой на трансформатор. Сквозь трубу ввода следует протянуть корд с вертлюгом М8. После этого ввод будет готов к установке на трансформатор. Если ввод в трансформаторе должен находиться под углом к вертикали, то устанавливать ввод следует таким образом, чтобы стекло указателя уровня масла оставалось в плоскости угла наклона ввода и было видно для контроля.

Для вводов без указателя уровня масла желательно, чтобы плоскость, в которой лежат два заливных отверстия в голове ввода, через которые осуществляется контроль за уровнем масла, была перпендикулярна плоскости угла наклона ввода. В этом случае достаточно измерить уровень масла через любое из двух отверстий. В противном случае, необходимо измерить уровень масла через оба отверстия и подсчитать среднюю величину.



Рис. 10 Поднятие ввода

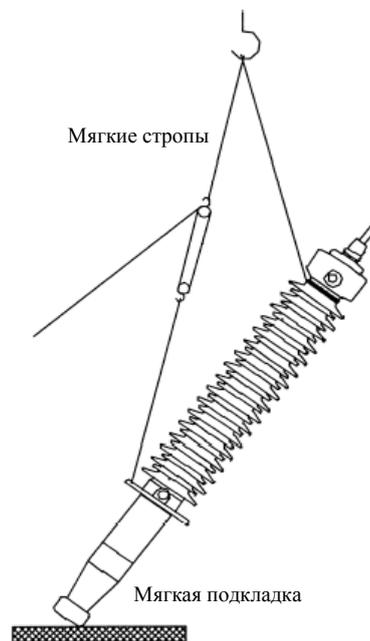


Рис. 11 Поднятие ввода под определенным углом

2.4.4 Монтаж внутренней контактной шпильки ввода с верхним подсоединением

Внутренняя контактная шпилька протяжной системы, рис.12, поз.2 припаивается к гибкому отводу обмотки трансформатора на трансформаторном заводе или на монтажной площадке при замене ввода другого типа. Длина отвода, измеряемая от бака трансформатора до внутренней контактной шпильки, должна равняться номинальному значению L_4 , указанному на габаритном чертеже для каждого типа ввода. К этому значению следует добавить дополнительную длину, достаточную, чтобы не допустить перенапряжения отвода в рабочем положении.

Ниже описан порядок монтажа внутренней контактной шпильки с гибким кабелем (с верхним подсоединением). Контактная поверхность должна быть очищена, окисная пленка с поверхности шпильки после припаивания кабеля удалена.

1. Вытяните гибкий кабель с припаянной внутренней контактной шпилькой. Следите, чтобы при этом не образовывалось петель.
2. Протяните корд через трубу ввода.
3. Поднимите ввод над установочным отверстием в баке трансформатора.
4. Подсоедините вертлюг с резьбой М8 к внутренней контактной шпильке. Опускайте ввод в трансформатор. При этом кабель, удерживаемый кордом, должен быть натянут. Если около вводов на трансформаторе сделаны смотровые отверстия, то во время установки ввода они должны быть открыты для проверки правильности вхождения отвода во ввод. Если обнаружится, что отвод слишком короткий или длинный, ввод должен быть снова поднят и длина отвода отрегулирована.
5. Установите ввод на баке трансформатора.
6. Зафиксируйте внутреннюю контактную шпильку в трубе ввода при помощи штифта поз.4, рис. 12.
7. Отсоедините корд.

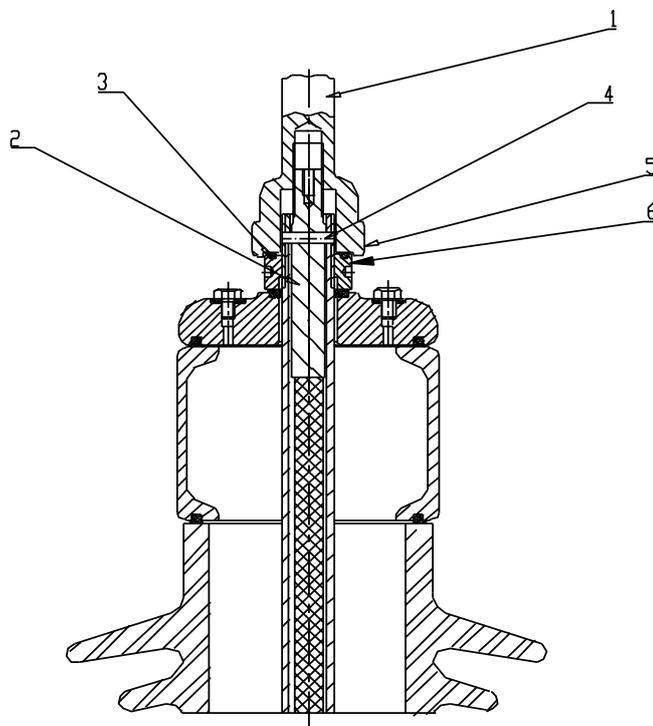


Рис. 12 Внешняя и внутренняя контактные шпильки

- 1) Внешняя контактная шпилька
- 2) Внутренняя контактная шпилька
- 3) Уплотнение: для вводов с I_n 800 А: ГКСЛ 754175.001-412
для вводов с I_n 1250 А: ГКСЛ 754175.002-420
- 4) Штифт для вводов с I_n 800 А: ГКСЛ 758343.001
для вводов с I_n 1250 А: ГКСЛ 758343.001-01
- 5) Ширина для вводов с I_n 800 А: 55 mm
под ключ для вводов с I_n 1250 А: 66 mm
- 6) Гайка

2.4.5 Монтаж стержневого проводника

Нижняя часть стержневого проводника обычно крепится на баке трансформатора, а верхняя часть поставляется вместе с вводом.

1. Пропустите монтажный корд сквозь трубу ввода.
2. Приверните вертлюг с резьбой М8 к верхней части стержневого проводника.
3. Протащите частично верхнюю часть стержневого проводника в трубу ввода, оставляя ту его часть, где расположены отверстия для подсоединения нижней части, вне ввода.
4. Поднимите ввод с привязанным стержневым проводником над установочным отверстием в баке трансформатора.
5. Опускайте ввод до соприкосновения обеих частей стержневого проводника.
6. Смажьте винты 1 x М12 (800 А) или 3 x М10 (1250 А) обезвоженным вазелином типа Мобилгрис 28 или другой смазкой, безопасной для трансформаторного масла. Вставьте и затяните с усилием 35 – 40 Нм.
7. Опустите ввод в трансформатор до натяжения корда, удерживающего собранный стержневой проводник.
8. Установите ввод на баке трансформатора.
9. Вставьте фиксирующий штифт поз. 3 согласно рис. 13 и 14.
10. Отсоедините монтажный корд.

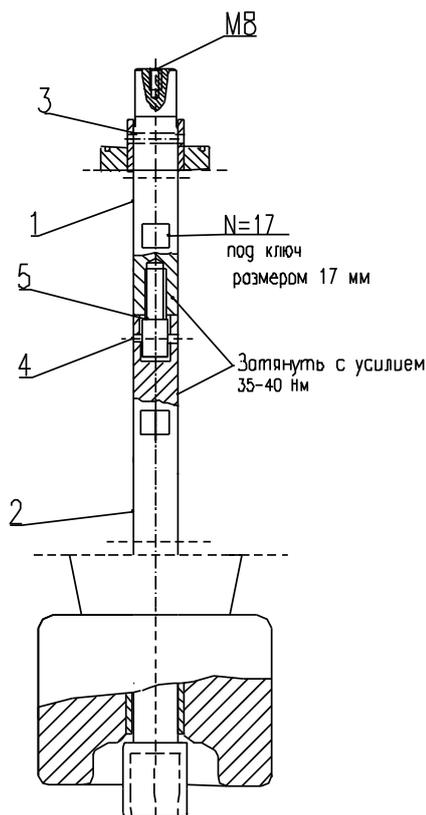


Рис. 13 Стержневой проводник на 800 А

- 1) Верхний проводник
- 2) Нижний проводник
- 3) Фиксирующий штифт
- 4) Фиксирующий штифт
- 5) Винт М12

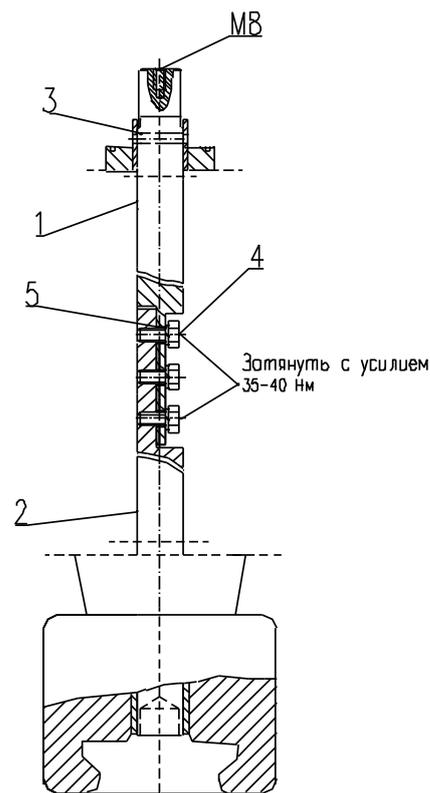


Рис. 14 Стержневой проводник на 1250 А

- 1) Верхний проводник
- 2) Нижний проводник
- 3) Фиксирующий штифт
- 4) Шестигранный винт М10 x 20
- 5) Пружинная шайба Belleville

2.4.6 Монтаж внешней контактной шпильки

Внимание!

До подсоединения контактной клеммы к внешней контактной шпильке, последняя, если она изготовлена из алюминиевого сплава, должна быть тщательно очищена от окислов металлической щеткой и смазана контактным компаундом или техническим вазелином.

Для получения необходимого давления и низкого контактного сопротивления необходимо проделать следующее:

1. Тщательно очистить контактные поверхности и поверхности под уплотнения.
2. Смазать техническим вазелином или иной смазкой совместимой с трансформаторным маслом резьбу на внутренней контактной шпильке/стержневом проводнике.
3. Смазать резиновое уплотнение прежде чем установить его в паз гайки поз.6, рис.12.
4. Завернуть внешнюю контактную шпильку и затянуть с усилием 60-80 Нм, согласно рис. 12.

2.4.7 Монтаж рогового разрядника

Роговой разрядник из стали с гальваническим покрытием монтируется на вводе в соответствии с рис. 15 и табл. 5.

Нижний электрод крепится к фланцу одним из монтажных болтов, а верхний - посредством кронштейна к внешней контактной шпильке.

Разрядные промежутки для стандартного рогового разрядника представлены в таблице 5.

Таблица 5. Длина разрядных промежутков

Тип ввода	К, мм	С, мм	Н, мм
ВОИТ-250	230 - 440	315	112
ВОИТ-325	320 - 580	315	112
ВОИТ-380	400 - 620	315	112
ВОИТ-450	400 - 780	315	112
ВОИТ-550	620 - 960	315	114
ВОИТ-650	700 - 1080	380	224

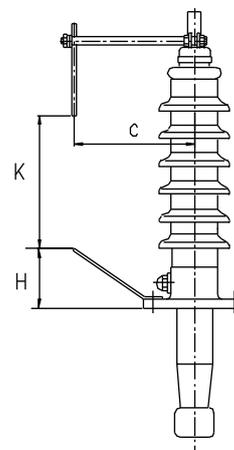


Рис. 15 Роговой разрядник

2.4.8 Заземление фланца

Фланец ввода снабжен резьбовым отверстием М12 для подсоединения заземляющего проводника. После затяжки болтов, крепящих ввод к баку трансформатора, фланец необходимо заземлить. Это необходимо для предотвращения электрических разрядов между фланцем ввода и баком трансформатора при нормальных условиях эксплуатации.

Вариант 1

Вставьте густо смазанный (рекомендуется Мобилгрис 28) остроконечный крепежный болт М12 (желательно из нержавеющей стали). Затяните его с усилием 40Нм, прогнав краску бака трансформатора до металлической поверхности. Это создаст электрический контакт между вводом и баком трансформатора, поддерживая на них одинаковый потенциал.

Вариант 2

Проложите гибкий кабель между отверстием для заземления M12 и соответствующей точкой подсоединения на трансформаторе. Смажьте болт (рекомендуется Мобилгрис 28 или другая подходящая смазка) и затяните его на фланце ввода с усилием 40 Нм. Подсоедините другой конец кабеля к трансформатору.

2.5 Время выдержки перед включением

Внимание!

Если ввод хранился в горизонтальном положении, его необходимо поднять в вертикальное положение, как минимум, на 12 часов перед подачей рабочего напряжения и на 24 часа перед подачей испытательного напряжения. Если ввод хранился в горизонтальном положении более 6 месяцев, то перед подачей напряжения его необходимо поставить вертикально, по крайней мере, на одну неделю.

Какое-то время может понадобиться до подачи напряжения для того, чтобы избежать разрядов по поверхности или частичных разрядов из-за наличия воздушных пузырьков на изоляционной поверхности ввода, погруженной в масло. Выберите подходящую процедуру из описанных ниже.

Трансформатор, заполненный маслом под вакуумом

Нет необходимости выдержки перед подачей напряжения после монтажа ввода.

Трансформатор, заполненный дегазированным маслом

При монтаже используйте чистую и сухую кисточку для удаления с поверхности ввода воздушных пузырьков. Подождите 6 часов перед подачей напряжения.

Трансформатор, заполненный газонасыщенным маслом

При монтаже используйте чистую и сухую кисточку для удаления с поверхности ввода воздушных пузырьков. Подождите 24 часа перед подачей напряжения.

Трансформатор с пониженным уровнем масла, заполненный дегазированным маслом

После восстановления уровня масла подождите 24 часа перед подачей напряжения.

2.6 Рекомендуемые испытания до подачи напряжения

После завершения монтажа следует сделать следующие испытания:

- Проверка герметичности между трансформатором и фланцем ввода.
- Проверка герметичности сборки внешней контактной шпильки.
- Измерение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь.
- Проверка сквозного сопротивления.

2.6.1 Проверка герметичности между трансформатором и фланцем ввода

Проверку герметичности между трансформатором и фланцем ввода можно выполнить несколькими способами и мы рекомендуем воспользоваться рекомендациями компаний, осуществляющих монтаж вводов. В качестве простого примера проверки герметичности между трансформатором и фланцем ввода может быть использование мела или бумажных лент.

2.6.2 Проверка герметичности сборки внешней контактной шпильки

Поскольку внешняя контактная шпилька часто оказывается выше уровня масла в расширительной системе трансформатора, необходимо проверять герметичность сборки внешней контактной шпильки, поскольку при не герметичности этого узла, вода может попасть непосредственно в изоляцию трансформатора. Для этих целей можно использовать несколько методов и мы рекомендуем следовать указаниям фирмы, выполняющей монтаж вводов.

Один из возможных методов – это метод проверки герметичности с использованием пробного газа:

1. Впустите пробный газ в центральную трубу ввода перед установкой внешней контактной шпильки. Уровень масла в трансформаторе должен быть выше донной части ввода, но ниже фланца ввода.
2. Увеличьте давление в центральной трубе, повышая насколько возможно уровень масла.
3. Проверьте при помощи газового детектора (газоанализатора) наличие утечки газа через прокладку.

2.6.3 Измерение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь

2.6.3.1 Общие положения

Измерения емкости C_1 и $\operatorname{tg}\delta_1$ проводятся после установки ввода на трансформатор и при проведении периодической проверки трансформатора. Периодичность таких измерений - 1 раз в 4 года, в соответствии с требованиями «Объемы и нормы испытаний электрооборудования».

Внимание!

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

Мы не рекомендуем измерять значения C_3 и $\operatorname{tg}\delta_3$ для диагностики изоляции C_3 , т.к. результат измерения этих величин в сильной степени зависит от загрязненности и влажности окружающей среды. Кроме того, в процессе эксплуатации внешняя обкладка ввода заземлена, поэтому в изоляции между внешней обкладкой и фланцем отсутствует электрическое поле, а значит, отсутствуют электрические потери вызывающие ее нагрев и старение. При необходимости, значения C_3 и $\operatorname{tg}\delta_3$ могут быть измерены при напряжении - 500 В.

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

Измерения емкости C и $\operatorname{tg}\delta$ может быть выполнено без снятия ввода с трансформатора, т.к. вводы типа ВОИТ оборудованы тест-выводами, см. рис. 2 и 3.

Для подключения измерительного оборудования к тест-выводу, изображенному на рис. 2, используется тест-адаптер, см. рис. 4. Измерительный мост подключается между внешней контактной шпилькой и измерительным выводом.

Внимание!

Тест-адаптер должен легко наворачиваться на втулку измерительного вывода. Избегайте возможных перекосов, чтобы не допустить при откручивании тест-адаптера сворачивания втулки измерительного вывода, так как это приведет к разгерметизации ввода.

При эксплуатации измерительный вывод должен быть заземлен!

Измерительный вывод, изображенный на рис. 2, заземляется автоматически после отсоединения тест-адаптера. Очень важно, перед тем как накрутить крышку (1), проконтролировать, что контакт (3) измерительного вывода поджимается пружиной к втулке (7).

Измерительный вывод, изображенный на рис. 3, заземляется навинчиванием на него крышки (4).

2.6.3.2 Измерительное оборудование

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

Таблица 6. Примеры измерительных мостов

Изготовитель	Модель
Doble Engineering Company, США	M2H
Tettex Instruments, Швейцария	2816a
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

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

2.6.3.3 Установка и подключение моста

1 **Убедитесь, что трансформатор не работает и обесточен.**

2 Для обеспечения безопасности и снижения влияния наводок, все обмотки трансформатора закоротить. Обмотки, не подсоединенные к испытываемому вводу, заземлить.

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

4 Руководствуясь инструкцией на измерительный мост, подключить его к измерительному выводу ввода, используя для этого тест-адаптер (рис.4), которым комплектуются вводы. Измерительный вывод должен быть чистым и сухим.

5 В зависимости от того, какая изоляция испытывается, источник напряжения (испытательное напряжение) подключить к контактной клемме ввода или измерительному выводу.

Измерительные провода должны быть как можно короче и не должны касаться заземленных объектов. Бандаж и перемычки крепления должны быть сухими и чистыми. Это также распространяется на объект испытания.

2.6.3.4 Процедура измерения

Для обеспечения возможности сравнения результатов измерения со значениями протокола приемо-сдаточных испытаний, прилагаемых к каждому вводу, $\text{tg}\delta_1$ и емкость C_1 измеряются при напряжении 10 кВ.

Методика измерений должна быть в соответствии с инструкцией на измерительный мост.

После завершения измерений тест-адаптер с тест-вывода снять и наверх защитную крышку (см. рис.2, поз.1 и рис.3, поз.4), предохраняющую тест-вывод от попадания воды и загрязнения.

Внимание!

Измерительный вывод не должен оставаться открытым ни во время эксплуатации, ни во время хранения ввода.

Значение $\text{tg}\delta_1$ изменяется в зависимости от температуры тела ввода и, следовательно, измеренную величину следует умножить на корректирующий коэффициент (множитель), приведенный в таблице 7. При этом принимается допущение, что тело ввода имеет ту же температуру, что и верхние слои масла трансформатора. Коррекция осуществляется по температуре 20 °С.

Таблица 7. Корректирующий коэффициент для $\text{tg}\delta_1$ в зависимости от температуры

Температура тела ввода, °С	Коэффициент для приведения к 20 °С (МЭК)
0 - 2	0,80
3 - 7	0,85
8 - 12	0,90
13 - 17	0,95
18 - 22	1,00
23 - 27	1,05
28 - 32	1,10
33 - 37	1,15
38 - 42	1,20
43 - 47	1,25
48 - 52	1,30
53 - 57	1,34
58 - 62	1,35
63 - 67	1,35
68 - 72	1,30
73 - 77	1,25
78 - 82	1,20
83 - 87	1,10

2.6.3.5 Анализ результатов измерений

Если измеренное и скорректированное значение $\text{tg}\delta_1$ отличается от значения, приведенного в протоколе приемо-сдаточных испытаний, прилагаемого к вводу, рекомендуется сделать следующее:

Разница 0-25%: Отклонение в пределах нормы, значение регистрируется в журнале, других мер не требуется.

Разница 25-40%: Измерительная цепь проверяется на наличие утечек и внешних помех. Внешние помехи могут быть, например, от близлежащего токопроводящего оборудования и шин. Если разница остается, то, это может указывать на возможность попадания влаги во ввод, и, как первый шаг, рекомендуется заменить резиновые прокладки в отверстиях для заливки масла (поз.2, рис. 1). Требования к прокладкам изложены в разделе 3.1.5 «Контроль и регулирование уровня масла». После этого, измеренное значение записывается и ввод может быть поставлен в эксплуатацию.

Разница 40-75%: Меры такие же как указано выше, при том, что измерения необходимо повторить в течение одного месяца.

Разница больше 75%: ввод снимается с эксплуатации. Однако, если $\text{tg}\delta_1$ меньше 0.4%, ввод может быть оставлен в эксплуатации, даже если процентное увеличение по сравнению с начальным уровнем больше 75%.

Измеренная емкость C_1 сравнивается со значением, приведенным в протоколе приемо-сдаточных испытаний ввода при напряжении 10 кВ. Если измеренное значение превышает заводское более, чем на 3% (что может указывать на частичный пробой изоляции) или имеет чрезвычайно низкое значение (обрыв), необходимо связаться с ООО «АББ». Обрыв (низкое значение C_1) указывает на возможное повреждение ввода во время транспортировки и ввод не должен ставиться в эксплуатацию.

Емкость трансформатора на землю может повлиять на результаты измерений. В большинстве случаев эта емкость мала и обычно дает незначительную ошибку. Тем не менее, разница между отдельными вводами на всех трех фазах может указывать на влияние трансформатора. Емкость C_3 зависит от того, как ввод встроен в трансформатор и не используется для диагностики.

2.6.4 Проверка сквозного сопротивления

Метод измерения сквозного сопротивления зависит от конструкции трансформатора. Сопротивление рассчитывается по закону Ома:

$$U=R \times I, \text{ где}$$

U – напряжение, прикладываемое к выводам обмотки трансформатора;

I – сквозной ток;

R – общее сквозное сопротивление цепи.

Общее сквозное сопротивление цепи представляет собой сумму сопротивлений обмотки трансформатора и вывода, а также сопротивления проводника ввода и контакта. Дополнительное сопротивление проводника трансформаторного ввода не должно превышать 10...100 мкОм. Поскольку сквозное сопротивление обмотки ВН типичного силового трансформатора составляет порядка 0,1...1 Ом, то этот метод является крайне неточным и может использоваться только для обнаружения очень больших дефектов в токопроводящей цепи таких, как разрывы.

Плохие контакты можно обнаружить только посредством точного измерения сопротивления каждой точки соединения или посредством обнаружения роста температуры в процессе эксплуатации при помощи чувствительной инфракрасной камеры (термовидение).

3 Техническое обслуживание

3.1 Рекомендуемое техническое обслуживание и надзор

- Чистка поверхности фарфоровых изоляторов
- Измерение емкости и $\text{tg } \delta$
- Тепловизионный контроль за локальным перегревом контактов
- Контроль герметичности
- Контроль и регулирование уровня масла

3.1.1 Чистка поверхности фарфоровых изоляторов

Внимание!

Избегайте попадания растворителя на уплотнительные прокладки.

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 уксус.

3.1.2 Измерение емкости и $\text{tg } \delta$

Рекомендации по проведению измерений изложены в п. 2.6.3.

3.1.3 Тепловизионный контроль за локальным перегревом контактов

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

3.1.4 Контроль герметичности

Проводите визуальный контроль герметичности во время проведения планового обследования подстанции.

3.1.5 Контроль и регулирование уровня масла

Уровень масла во вводах с указателем уровня масла (рис. 1с) при 20 °С будет располагаться посередине стекла указателя. С изменением температуры уровень меняется приблизительно на 3 мм на каждые 10 °С.

Уровень масла во вводах без указателя уровня масла представлен в таблице 8.

Уровень масла во вводах без указателя уровня масла можно проконтролировать через одно из двух отверстий в верхней крышке ввода. Для этого используется сухой и чистый щуп. В одном из этих отверстий находится резиновая пробка. Эту пробку нужно протолкнуть внутрь ввода и провести измерение уровня масла. Нормальный уровень масла представлен в табл. 8. Для вводов установленных под углом к вертикали уровень масла вычисляется по среднему значению измерения уровня в обоих отверстиях. Если уровень масла выше нормы, лишнее масло можно слить с помощью узкого шланга. Если уровень масла недостаточный, то следует долить необходимое количество чистого и сухого (обезвоженного) трансформаторного масла. Уплотняющую пробку завернуть с усилием 20 Нм.

Для доливки во вводы необходимо использовать чистое и сухое трансформаторное масло аналогичное залитому маслу, отвечающее нормам МЭК или ГОСТ. В настоящее время вводы

заполняются маслом типа NYTRO 10XN, производимое шведской фирмой NYNAS.

При проведении операций по отбору и доливке масла необходимо соблюдать следующие правила:

- усредненная температура тела ввода во время этой операции должна находиться в интервале: $+5\text{ }^{\circ}\text{C} \div +35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- разгерметизацию ввода проводить при сухой погоде;
- время, когда ввод остается разгерметизированным должно быть минимальным;
- резиновое уплотнение отверстия для отбора пробы масла после завершения операции долива или отбора пробы должно быть заменено на новое;
- уплотнение должно быть из маслостойкой нитрильной резины с твердостью по Шору 70 ед., рабочей температурой $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \div +100\text{ }^{\circ}\text{C}$, температурой хрупкости при замораживании не выше $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, размером 16x8x3.

Уровень масла в центральной трубе ввода такой же, как в расширительном баке трансформатора.

Таблица 8. Уровень масла для вводов без указателя уровня масла

Тип ввода	Уровень масла А мм при $20\pm 10^{\circ}\text{C}$		Изменение уровня масла мм/ 10°C *)
	Рис. 1а	Рис. 1б	
ВОИТ-250	110 ± 8	165 ± 10	4
ВОИТ-325	110 ± 8	165 ± 10	5
ВОИТ-380	110 ± 8	165 ± 10	5
ВОИТ-450	110 ± 8	165 ± 10	6
ВОИТ-550	170 ± 10	270 ± 15	7
ВОИТ-650	175 ± 10	275 ± 15	9

*) ввод расположен вертикально

3.2 Утилизация после окончания срока службы

Ввод состоит из следующих материалов:

- труба изготовлена из алюминиевого сплава;
- трансформаторное масло типа NYTRO 10XN или ГК;
- остов ввода намотан из электротехнической бумаги со встроенными обкладками из алюминиевой фольги и пропитан трансформаторным маслом;
- фланец, удлинение фланца, расширитель, верхняя крышка и нижний экран изготовлены из алюминиевого сплава;
- переходный фланец изготовлен из алюминиевого сплава или стали;
- призматическое маслоуказательное окошко изготовлено из стекла;
- фарфоровые изоляторы изготовлены из фарфора на основе кварца или алюминосиликата;
- крепежное кольцо маслоуказательного стекла изготовлено из латуни, покрытой никелем;
- уплотнительные прокладки изготовлены из нитрильной резины;
- колпачок и втулка тест-вывода изготовлены из стали;
- внутренняя контактная шпилька изготовлена из меди;
- внешняя контактная шпилька изготовлена из алюминиевого сплава или латуни.

4 Техника безопасности

Установка, эксплуатация и обслуживание вводов представляет многочисленные потенциальные опасности, такие как опасное напряжение, высокие давления, тяжелые детали и компоненты.

При установке, эксплуатации и обслуживании вводов следует руководствоваться специальными инструкциями по технике безопасности, разработанными для этого вида работ, а также региональными правилами и нормами безопасности.

5 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. на три ввода *);
- резиновое кольцо - уплотнение под верхнюю контактную шпильку - 2 шт. (1-ое - штатное, 2-ое - запасное);
- контактная клемма - по отдельному заказу.

Для ввода КН 1.4.003 дополнительно прикладываются:

- переходный фланец - 1 шт.;
- резиновое уплотнение под переходный фланец - 1 шт.;
- болт М16х35 - 12 шт.;
- шайба 16.02.029 - 12 шт.

*) Тип поставляемого тест-адаптера зависит от конструкции измерительного вывода:

Для вводов, имеющих измерительный вывод старой конструкции (рис.2) поставляется тест-адаптер изображенный на рис.4;

для вводов, имеющих измерительный вывод новой конструкции (рис.3) поставляется тест-адаптер в виде изоляционной трубки, внутри которой впрессована медная гильза.

6 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

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

Руководитель СЦВО: Казамбаев Иван Владимирович.