

1. Техническое описание.

1.1. Введение

1.1.1. Настоящее техническое описание предназначено для ознакомления с устройством и принципом работы индикатора короткого замыкания типа ИКЗ, а также является руководством для персонала служб, занимающихся его эксплуатацией.

1.2. Назначение

1.2.1. Индикатор короткого замыкания типа ИКЗ (в дальнейшем – индикатор, ИКЗ) предназначен для определения направления поиска места короткого замыкания на воздушных линиях (ВЛ) распределительных электросетей напряжением 6-10 кВ, отключившихся в результате короткого замыкания.

1.2.2. Код ОКП 34 3339 2

1.2.3. Направления поиска повреждения индицируется визуальным индикатором, срабатывание которого происходит при протекании тока короткого замыкания в одной или нескольких фазах линий. Состояние индикатора определяется визуально через смотровое окно в корпусе ИКЗ, установленного на опоре. В сработавшем состоянии флажок индикатора повернут к наблюдателю стороной, окрашенной в ярко жёлтый светоотражающий цвет. Обратная сторона флажка окрашена в чёрный цвет. Флажок состоит из 14 круглых лепестков диаметром 14 миллиметров расположенных в два ряда по семь лепестков. Наблюдение состояния индикатора может осуществляться с расстояния до 20 м от опоры, на которой установлен индикатор.

1.2.4. При восстановлении напряжения на линии сработавшие индикаторы автоматически возвращаются в исходное состояние. Питание индикатора обеспечивается с помощью емкостного отбора напряжения от двух фаз контролируемой линии через дополнительные изоляторы.

1.2.5. В части воздействия климатических факторов внешней среды ИКЗ соответствует группе исполнения Д3 по ГОСТ 12997-84 и исполнению У категории размещения 1 по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре окружающего воздуха от минус 45 до плюс 50 °С.

1.2.6. В части воздействия механических факторов индикатор соответствует группе исполнения L2 по ГОСТ 12997-84.

1.3. Технические характеристики

1.3.1. Габаритный чертёж индикатора приведён на рис 1.

1.3.2. Срабатывание индикатора обеспечивается при междуфазных коротких замыканиях в контролируемой линии, сопровождающихся скачкообразным увеличением тока в повреждённых фазах.

1.3.3. Порог срабатывания индикатора соответствует увеличению тока на 70 ± 20 А при расположении индикатора относительно проводов линии согласно рис 2. При других вариантах расположения индикатора методика расчёта значений порога срабатывания приведена в разделе устройство и работа ИКЗ.

1.3.4. Возврат индикатора обеспечивается при протекании по цепи емкостного отбора напряжения переменного тока значением от 50 до 2000мкА, при этом мощность, потребляемая индикатором не превышает 0,01 Вт.

1.3.5. Время подготовки индикатора к повторному срабатыванию не более 5 мин.

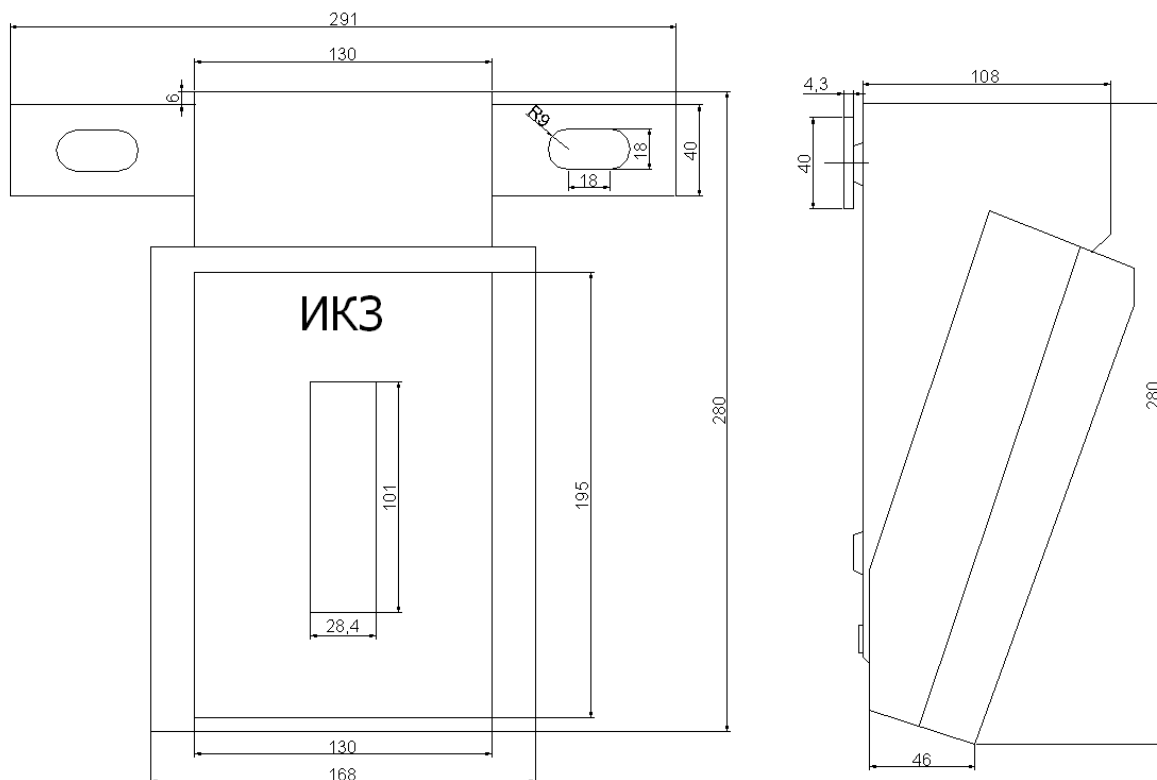


Рис. 1. Габаритный чертёж индикатора.

1.3.6. Необходимая для срабатывания индикатора длительность протекания тока при его двукратном превышении порога составляет не менее 0,1 с.

1.3.7. Порог срабатывания ИКЗ соответствующий увеличению тока на 70 ± 20 А обеспечивается при предаварийном токе нагрузки линии, не превышающем 100 А и расположении индикатора согласно рис. 2.

1.3.8. Индикатор не срабатывает при повторных включения линии в цикле неуспешного АПВ с бестоковой паузой более 5 с.

1.3.9. Индикатор снабжён визуальным индикатором срабатывания.

1.3.10. Площадь поверхности флажка визуального индикатора составляет 30 см^2 . Наблюдаемая в сработанном состоянии поверхность флажка индикатора имеет светоотражающее покрытие жёлтого цвета.

1.3.11. Индикатор обеспечивает возможность контроля его исправности при поднесении к нему постоянного магнита.

1.3.12. В середине нижней стенки корпуса индикатора двумя прямоугольниками обозначено место, к которому подносится для контроля постоянный магнит.

1.3.13. Индикатор имеет степень защиты IP54 по ГОСТ 14254-96.

1.3.14. Габаритные размеры и масса ИКЗ не превышают значений указанных в таблице 1.

Таблица 1. Габаритные размеры и масса

Габаритные размеры, мм			Масса, кг
высота	ширина	длина	
300	300	140	3

1.3.15. Нарботка на отказ индикатора не менее 26000 часов.

1.3.16. Критерий отказа: несоответствие ИКЗ требованиям пп. 1.3.3., 1.3.4., 1.3.5., 1.3.11.

1.4. Состав изделия

1.4.1. Индикатор поставляется в комплекте, указанном в таблице 2.

Таблица 2. Комплект поставки.

Наименование	Количество, шт.
Индикатор короткого замыкания «ИКЗ-1»	1
«Индикатор короткого замыкания «ИКЗ-1». Техническое описание, руководство по эксплуатации	1
«Индикатор короткого замыкания «ИКЗ-1». Паспорт.	1
Магнит дугообразный или прямоугольный.	1
Изолятор ПС-70Е	2
Зажим ПНГ-3-5	2
Серьга СР-7-16	2
Хомут Х1 или Х41 по согласованию с Заказчиком	1
Гайка М16	2
Шайба М16	2

Примечание: при поставке в один адрес нескольких комплектов допускается поставка одного технического описания и одного магнита.

1.5. Устройство и работа

1.5.1. Работа индикатора основана на фиксации факта протекания тока короткого замыкания (КЗ) в контролируемой линии. Электромагнитное поле тока КЗ воспринимается индукционным датчиком тока, выполненным в виде нескольких ферромагнитных сердечников с обмотками. При расположении индикатора согласно рис. 2. чувствительность датчика для всех видов двухфазных КЗ (КЗ вида АВ, ВС и АС) одинакова. При этом порог срабатывания при двухфазных КЗ определяется по п. 1.3.3. При установке индикатора на железобетонной опоре с другим расстоянием между нижними проводами порог срабатывания при КЗ вида ВС может быть определён по формуле:

$$I_1 = \frac{l_1}{k_1}, \quad (1)$$

где I_1 – порог срабатывания при КЗ между нижними проводами, А, l_1 – расстояние между нижними проводами, k_1 – коэффициент пропорциональности, равный 28 мм/А.

При изменении расстояния до верхнего провода порог срабатывания при КЗ видов АВ и АС может быть определён по формуле:

$$I_2 = \frac{l_2}{k_2}, \quad (2)$$

где I_2 – порог срабатывания при КЗ между нижним и верхним проводами, А, l_2 – расстояние от верхнего провода до середины индикатора, k_2 – коэффициент пропорциональности, равный 14 мм/А.

Срабатывание индикатора может происходить при земляных КЗ, когда ток КЗ протекает по одному из проводов, но при этом чувствительность ИКЗ к току будет в два раза

ниже и вероятность таких срабатываний очень мала из-за большой величины токового порога для земляных КЗ.

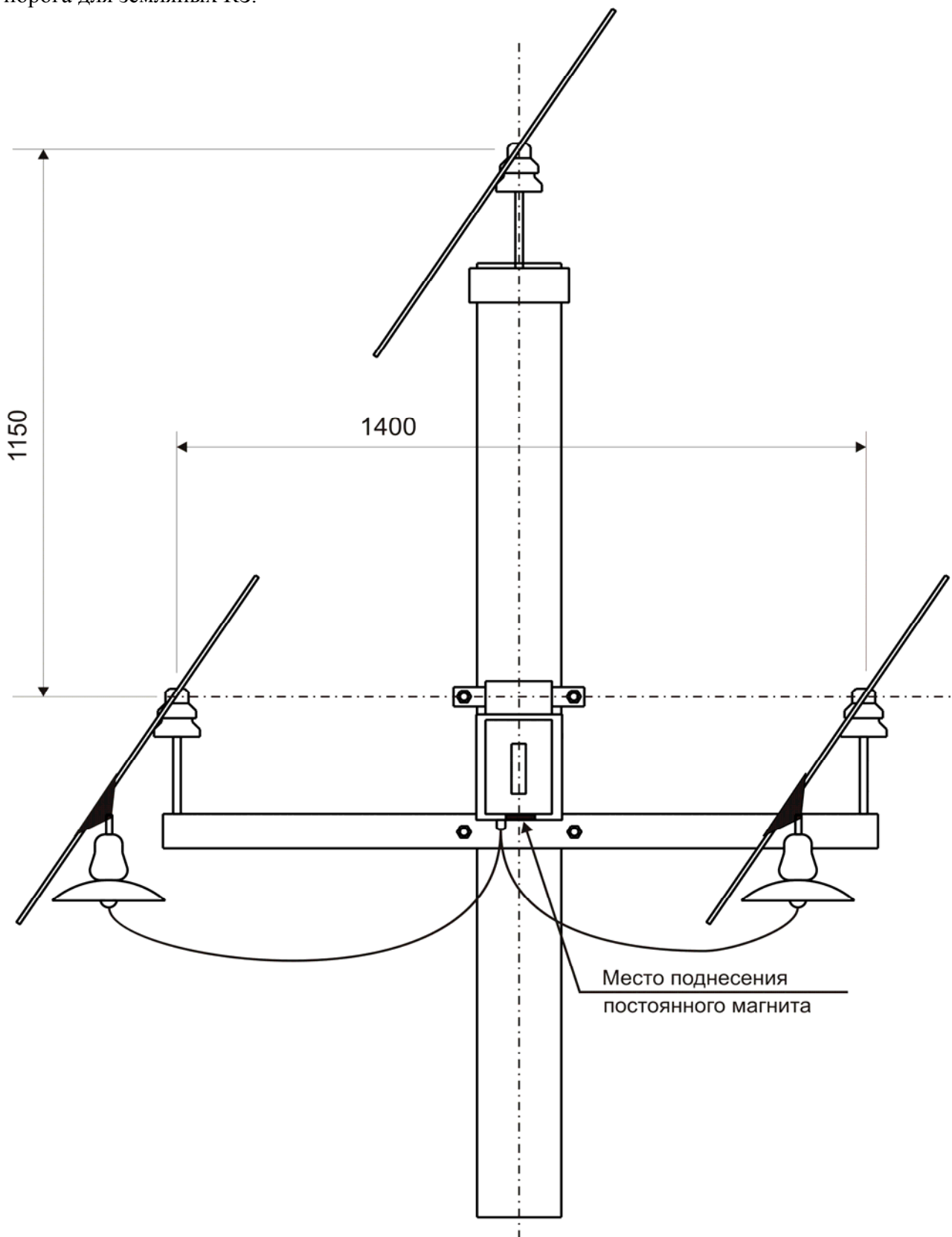


Рис. 2. Установка индикатора на железобетонной опоре.

При срабатывании ИКЗ происходит перемагничивание сердечника визуального индикатора, который, взаимодействуя с намагниченными лепестками индикатора, поворачивает их ярко окрашенной стороной к наблюдателю. После восстановления напряжения на линии сработавший индикатор автоматически возвращается в исходное состояние.

Контроль работы индикатора может производиться путём поднесения постоянного магнита к корпусу индикатора. Место для поднесения магнита расположено в центральной части нижней панели корпуса и обозначено двумя прямоугольниками. Если при этом по цепи емкостного отбора протекает ток от 50 до 2000 мкА, то индикатор должен сработать и через некоторое время возвратиться. Время возврата зависит от значения тока в цепи емкостного отбора. При токе 50 мкА время возврата составляет около 1 мин. При увеличении тока время возврата сокращается.

1.6. Маркировка и пломбирование

1.6.1. На корпусе индикатора имеется маркировка, содержащая следующую информацию:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- название предприятия-изготовителя;
- обозначение изделия (Индикатор короткого замыкания «ИКЗ-6/10кВ»);
- Интернет-адрес предприятия-изготовителя;
- электронный адрес предприятия-изготовителя;
- телефон/факс предприятия-изготовителя;
- заводской номер изделия;

1.6.2. В центральной части нижней панели корпуса имеется специальная маркировка в виде двух прямоугольников.

1.6.3. Устройство опломбировано на предприятии-изготовителе.

1.6.4. Маркировка транспортной тары соответствует ГОСТ14192-96 и содержит манипуляционные знаки:

- «Осторожно, хрупкое!»;
- «Беречь от влаги»;
- «Ограничение температуры»;
- «Верх»;
- «Не катить».

1.6.5. Транспортная тара с упакованным постоянным магнитом имеет маркировку «Магнит».

1.7. Упаковка, хранение и транспортирование

1.7.1. Упаковка устройства соответствует категории упаковки КУ-1, типу упаковки ВУ-1 по ГОСТ 23216-78.

1.7.2. Условия хранения индикатора в упаковке предприятия-изготовителя в части воздействия климатических факторов должны соответствовать условиям 2 по ГОСТ 15150-69.

1.7.3. Индикатор в транспортной таре предприятия-изготовителя допускается транспортировать любым видом закрытого транспорта (железнодорожных вагонах, контейнерах, закрытых автомашинах, трюмах и т.д.). При транспортировке на самолетах допускается транспортирование только в отапливаемых герметизированных отсеках.

1.7.4. Условия транспортирования С по ГОСТ 23216-78.

1.7.5. Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69, при морских перевозках в трюмах – по условиям хранения 3.

2. Руководство по эксплуатации

2.1. Введение

2.1.1. В настоящей инструкции излагаются требования, предъявляемые к индикатору при его эксплуатации и техническом обслуживании.

2.1.2. При эксплуатации индикатора, кроме требований данной инструкции необходимо соблюдать общие требования, устанавливаемые инструкциями и правилами эксплуатации линий электропередач.

2.2. Общие указания

2.2.1. После распаковки индикатора следует проверить комплектность поставки и убедиться в отсутствии механических повреждений путём внешнего осмотра.

2.2.2. Перед установкой индикатора необходимо произвести проверку его технических характеристик в лабораторных условиях согласно разделу 2.7. настоящего руководства.

2.3. Указания мер безопасности

2.3.1. При монтаже индикатора и контрольных операциях необходимо соблюдать требования техники безопасности, распространяющиеся на работы, производимые на линиях электропередач.

2.3.2. К эксплуатации индикатора допускаются лица, изучившие настоящее техническое описание и руководство по эксплуатации и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

2.4. Порядок установки

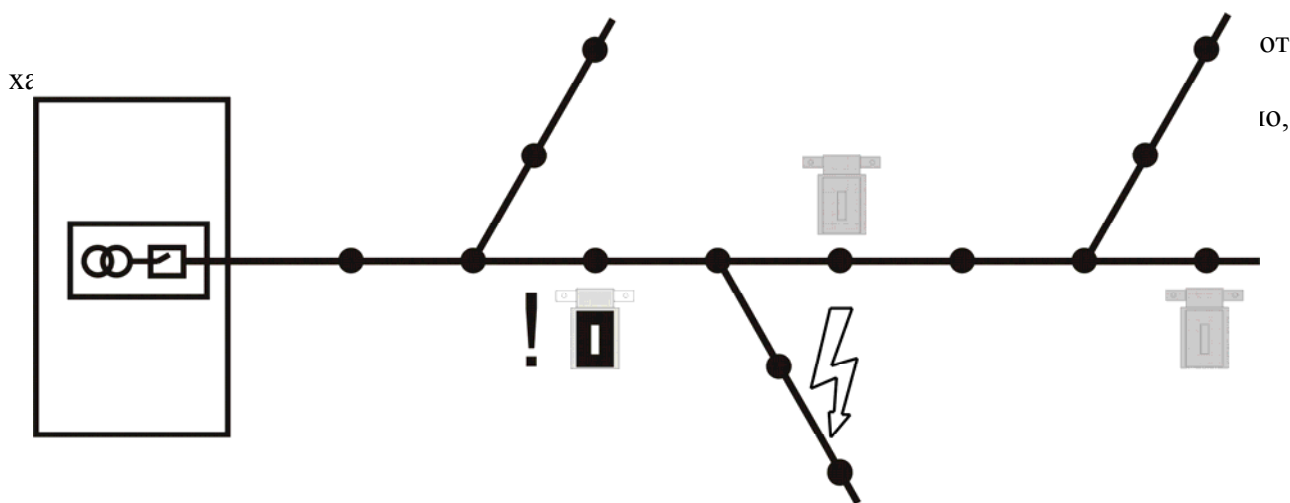


Рис 3. Установка индикаторов на линии с короткими ответвлениями.

- на линии с коротким стволом и длинными ответвлениями индикаторы устанавливаются на ответвлениях вблизи мест разветвления (рис.4);

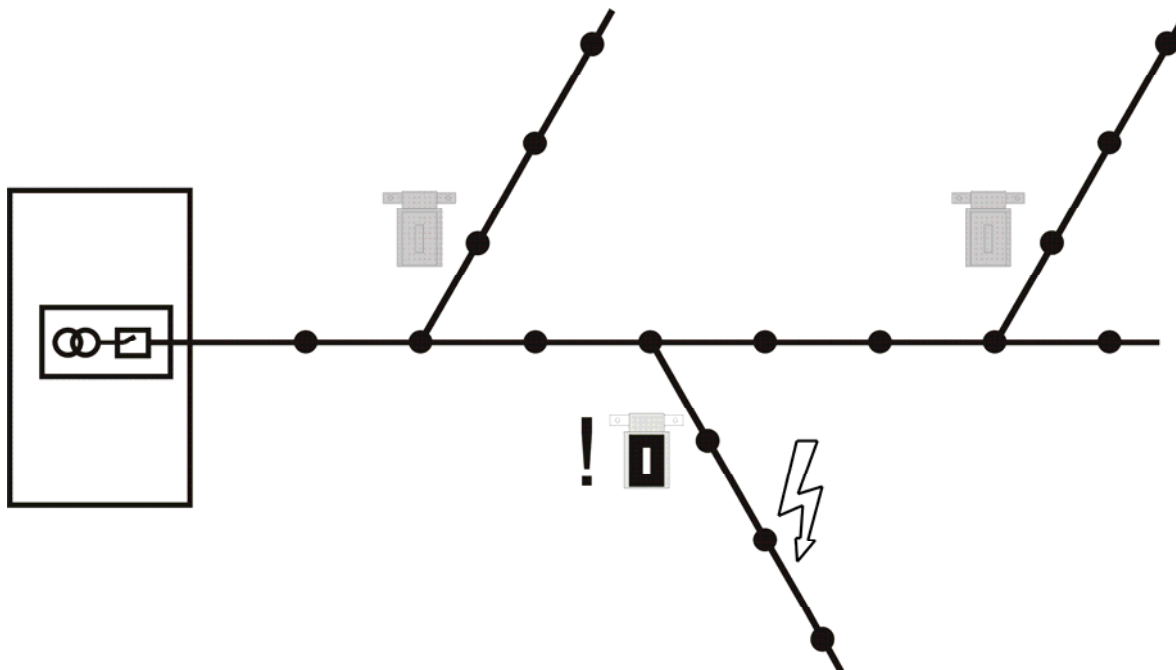


Рис 4. Установка индикаторов на линии с коротким стволом и длинными ответвлениями.

- на линии с длинным стволом и длинными ответвлениями индикаторы устанавливаются в начале контролируемых ответвлений и на линии за местом разветвления (рис. 5).

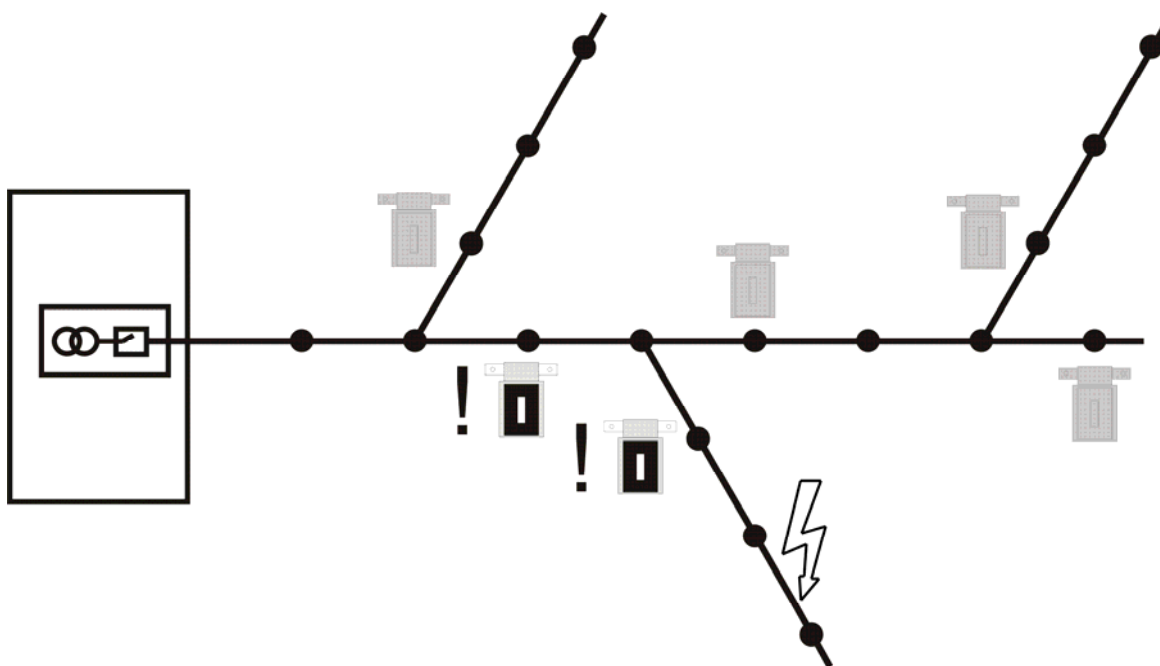


Рис 5. Установка индикаторов на линии с длинным стволом и длинными ответвлениями

Рекомендуется устанавливать индикаторы на тех ответвлениях, суммарная протяжённость которых превышает 2 км. Индикаторы на стволе линии целесообразно размещать таким образом, чтобы на один индикатор приходилось порядка 5 км суммарной протяженности линии, включая те ответвления, на которых установка индикаторов не предусматривается.

Индикатор устанавливается на ближайшей к месту разветвления промежуточной опоре.

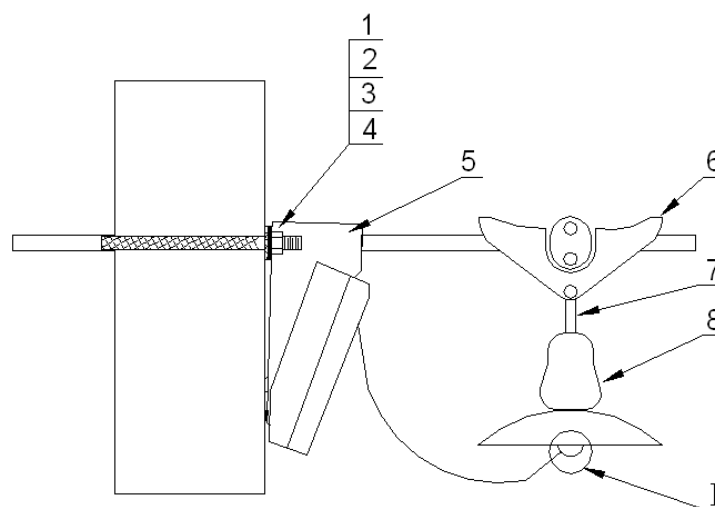
Места установки индикаторов должны соответствовать требованиям п. 1.3.3 технического описания.

2.4.2. Индикатор устанавливается на опоре при помощи хомута согласно рис 2. На железобетонных опорах с расположением проводов в вершинах равнобедренного треугольника индикатор устанавливается между нижними проводами, так чтобы хомут крепления индикатора находился на уровне нижних проводов, а верхний провод находился бы над серединой горизонтальной стороны ИКЗ (см. рис. 2 и рис. 6). Порог срабатывания уточняется в зависимости от расстояния между нижними проводами по формуле (1). Расстояние до верхнего провода определяется по формуле (2) исходя из принципа достижения равенства порогов.

Для удобства установки при необходимости допускается монтаж индикатора с отклонением от рабочей точки до 10 %.

На деревянных опорах с расположением проводов по вертикали, индикатор устанавливается на уровне среднего провода. Порог срабатывания в соответствии с п.1.3.3. обеспечивается при расстоянии между нижним и верхним проводом в 1500 мм.

При установке на железобетонных опорах и деревянных опорах с расположением среднего провода справа от индикатора он устанавливается со смещением по горизонтали.



1. Хомут Х1 (Х42)
2. Гайка М16
3. Шайба 16 DIN127 ГОСТ 6402
4. Шайба 16 DIN125 ГОСТ 11371
5. ИКЗ
6. Зажим ПГН-3-5
7. Серьга СР-7-16
8. Изолятор ПС70Е

Рис 6. Закрепление индикатора на опоре и изоляторов на проводах

При установке на деревянные опоры с расположением среднего провода слева от индикатора он устанавливается без смещения от вертикальной оси опоры.

2.4.3. Для установки индикатора необходимо использовать два прилегающих подвесных изолятора ПС-70Е, используемых в качестве высоковольтных конденсаторов для емкостного отбора напряжения. Изоляторы не несут механическую нагрузку, а сами являются дополнительной нагрузкой на провод.

Закрепление изолятора к проводу осуществляется с помощью зажима и серьги прилегающих к индикатору согласно рис. 6.

Провод от индикатора присоединяется к нижней части каждого изолятора с помощью хомутов закреплённых на концах провода согласно рис. 7. Используемый для соединения индикатора с изоляторами полевой провод со стальными жилами обладает высокой

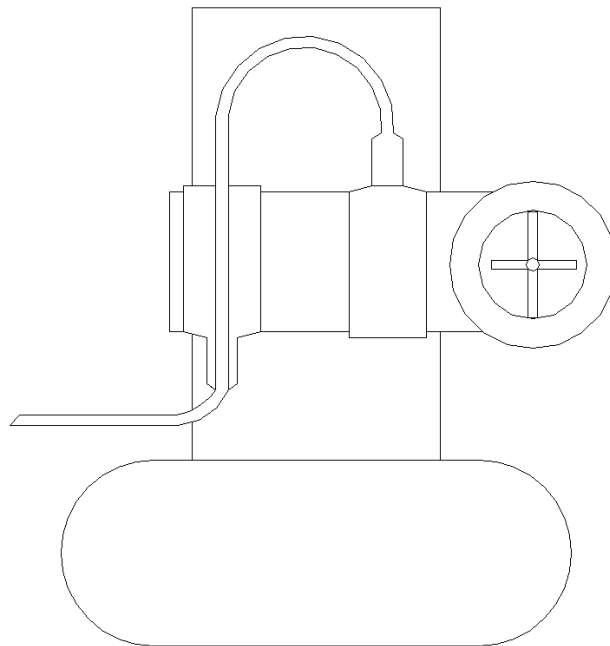


Рис 7. Присоединение провода емкостного отбора к нижней части изолятора.

жесткостью и прочностью и устанавливается с небольшим свободным провисом, так чтобы не оставалось излишков. В случае невозможности такого закрепления и возникновения излишка провода, он сворачивается в кольцо и крепится на опоре. При креплении провода к конструкциям опоры за изоляцию места крепления дополнительно защищаются прокладкой, трубкой или изоляцией.

2.4.4. Допускается установка индикатора на линиях напряжением 20 и 35 кВ. На линиях 20 кВ для емкостного отбора напряжения на каждый провод подвешивается гирлянда из двух изоляторов. На линиях 35 кВ емкостной отбор напряжения реализуется путём добавления в гирлянды изоляторов на которых подвешены нижние провода линии, дополнительно по одному изолятору. Провод емкостного отбора напряжения индикатора подключается после первого считая от траверса изолятора. При несимметричном расположении проводов индикатор устанавливается в районе точки, равноудалённой от проводов линии.

Для установка на линиях напряжением 35 кВ по согласованию с заводом-изготовителем индикаторы могут поставляться с проводами для емкостного отбора напряжения длиной до трёх метров.

2.5. Подготовка к работе

2.5.1. Перед монтажом индикатор необходимо проверить согласно разделу 2.7.

2.5.2. Установленный на опоре и подключенный к изоляторам индикатор готов к работе.

2.5.3. Рекомендуется после подачи напряжения на линию проверить срабатывание индикатора при поднесении к его корпусу постоянного магнита. Для этого магнит закрепляется на изоляционной оперативной штанге, предназначенной для работ под напряжением линии, и с безопасного расстояния подносится к отмеченному двумя прямоугольниками месту в середине нижней стенки корпуса индикатора. После срабатывания индикатора, магнит убирается и контролируется возврат флажка индикатора.

2.6. Порядок работы

2.6.1. Определение повреждённого участка при отключении линии от короткого замыкания осуществляется визуальной проверкой состояния индикаторов, начиная с ближнего от питающей подстанции. Если индикатор сработал, то место повреждения находится за ним в сторону от питающей подстанции. Если индикатор не сработал, то за местом его установки повреждения нет.

2.6.2. Сопоставление состояния индикаторов, установленных в разных точках электрической линии, позволяет определить повреждённый участок.

2.6.3. В сработавшем состоянии флажок индикатора повернут к наблюдателю стороной, окрашенной в ярко жёлтый светоотражающий цвет. Обратная сторона флажка окрашена в чёрный светопоглощающий цвет. Состояние индикатора может легко определяться с расстояния до 20 м от опоры, на которой установлен индикатор. В тёмное время суток для определения состояния индикатор необходимо осветить.

2.6.4. Возврат индикатора происходит автоматически при включении линии. Сработавшее состояние индикатора на линии с напряжением свидетельствует о его неисправности.

2.7. Контроль, проверка, измерение параметров

2.7.1. Проверка электрического сопротивления изоляции между выводами емкостного отбора напряжения и корпусом производится мегаомметром на напряжение 100 В в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150-69. Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 Мом.

2.7.2. Проверка тока срабатывания проводится по схеме изображённой на рис. 8 при напряжении источника $G2 = 220 \pm V$ и расположении индикатора в рабочем положении. Вокруг индикатора вдоль его вертикальной (горизонтальной) оси наматывается несколько (3-5) витков провода, сечением не менее $0,5 \text{ мм}^2$, через который ключом S1 толчком пропускается переменный ток. Значение тока постепенно увеличивают до срабатывания индикатора, при этом после каждого включения, которое не вызвало срабатывание, ток увеличивают, затем его отключают и повторно включают через время не менее 30 с.

Если произошло срабатывание, то после него контролируют автоматический возврат, причёт следующее включение тока может производиться не ранее, чем через одну минуту после возврата.

Намагничивающая сила срабатывания определяется как произведение тока срабатывания на число витков охватывающего контура. Значение намагничивающей силы срабатывания при намотке контура вдоль вертикальной оси индикатора (см. рис. 8) должно находиться в пределах от 2,5 до 5 А.

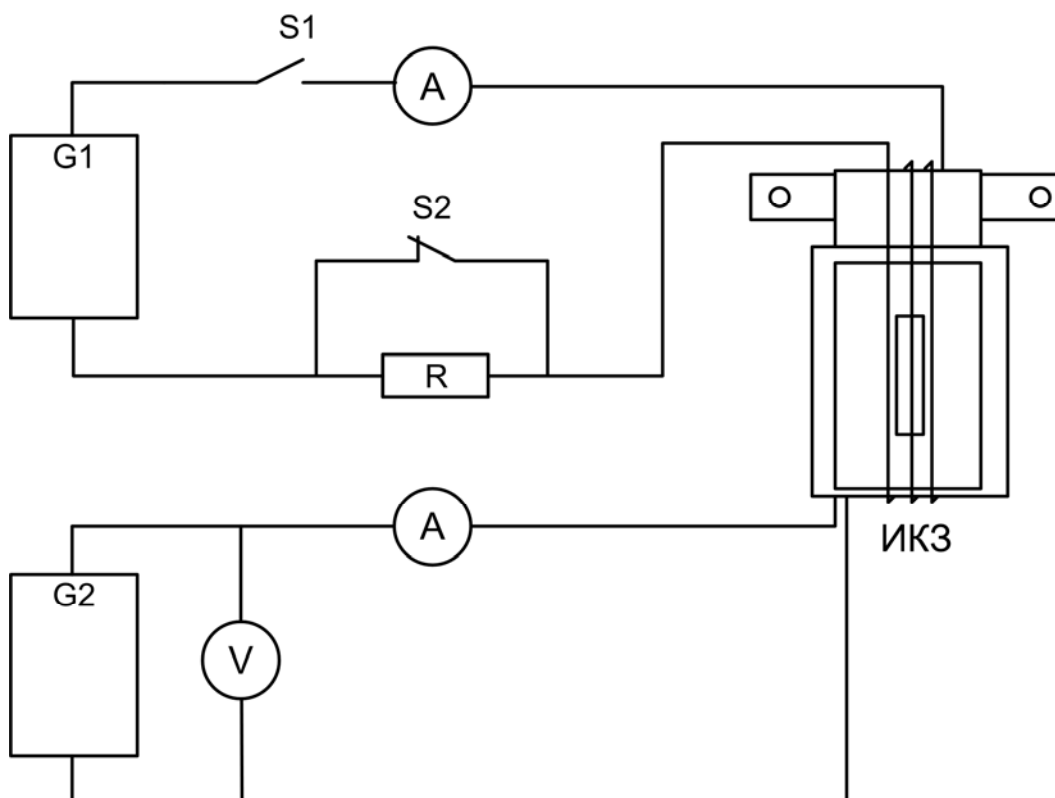


Рис 8. Схема проверки электрических параметров индикатора при намотке контура вдоль вертикальной оси.

2.7.3. Проверка тока срабатывания при намотке контура вдоль горизонтальной оси индикатора, рис. 9., проводится в том же порядке. Ток срабатывания (намагничивающая сила контура) должен быть в 1,5 - 2 раза выше относительно значения по п. 2.7.2.

2.7.4. Проверка срабатывания при наличии предаварийного тока нагрузки проводится по схеме изображённой на рис. 8. и рис. 9.

Величина выходного напряжения источника G1 настраивается таким образом, чтобы при разомкнутом ключе S2 намагничивающая сила контура в два раза превышала порог срабатывания по п. 2.7.2. (п. 2.7.3. для другого способа намотки), что соответствует величине предаварийного тока в два раза выше величины порогового тока. При этом значение сопротивления R1 подбирается таким образом, чтобы при замкнутом ключе S2 намагничивающая сила контура превышала порог срабатывания в 3,5 раза.

При замкнутом ключе S1 размыкают ключ S2 и выдерживают паузу не менее одной минуты. Затем замыкают ключ S2 и контролируют срабатывание индикатора.

2.7.5. Проверку тока возврата индикатора проводят по схеме изображённой на рис. 8. и рис. 9. в следующей последовательности:

- регулировкой выходного напряжения источника G2 по микроамперметру P2 устанавливают ток 50 мкА в установившемся режиме;
- подачей соответствующего тока от источника G1 переводят индикатор в сработавшее состояние;
- контролируют автоматический возврат индикатора за время не более 5 минут.

2.7.6. Срабатывание в режиме контроля проверяется при напряжении источника G2 по п.2.7.5. поднесением к отмеченному двумя прямоугольниками месту в середине нижней стенки корпуса индикатора постоянного магнита.

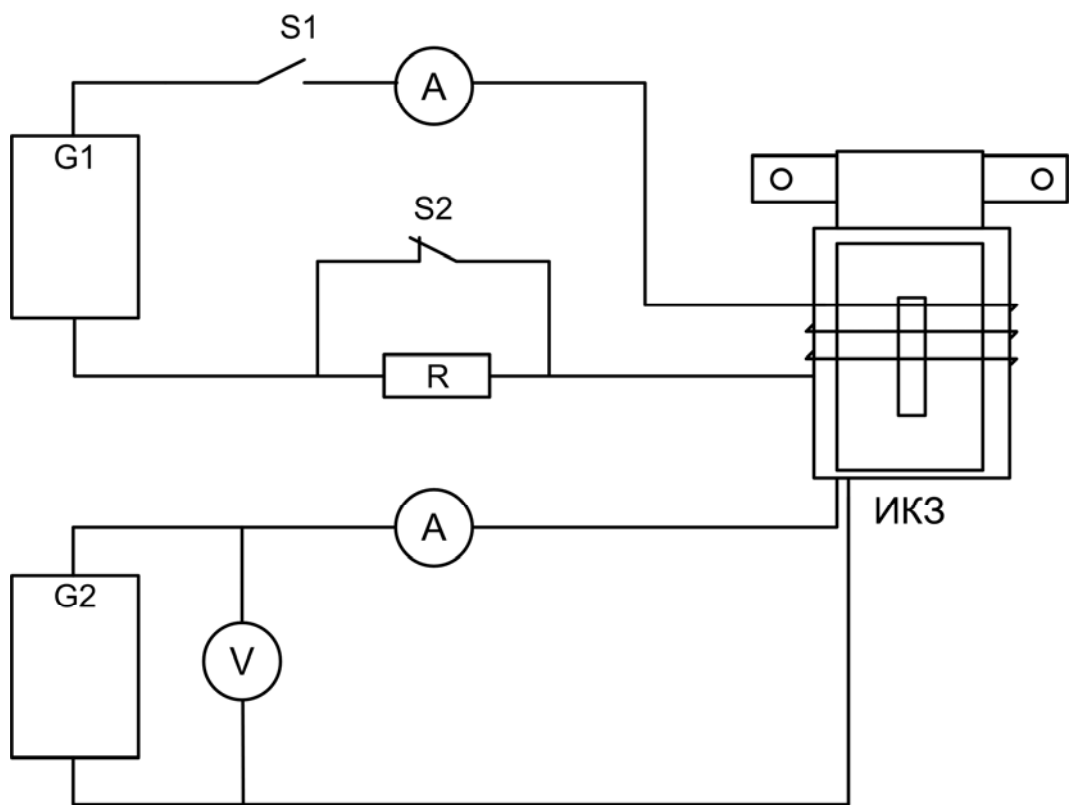


Рис 9. Схема проверки электрических параметров индикатора при намотке контура вдоль горизонтальной оси.

2.7.6. Схему включения для проверки параметров индикатора изображённую на рис. 8 и рис. 9 можно упростить при использовании испытательного оборудования типа «Ретом», «Нептун» или «Уран» и аналогичного.

2.8. Возможные неисправности и методы их устранения

2.8.1. Для выявления неисправности следует тщательно изучить конструкцию и работу индикатора по настоящему техническому описанию и руководству по эксплуатации.

2.8.2. Если индикатор не срабатывает в режиме контроля или отсутствует возврат следует провести визуальный осмотр корпуса индикатора а так же проводников емкостного отбора на предмет их повреждения.

2.8.3. Если повреждений не обнаружено, или нет возможности их устранить самостоятельно индикатор для проведения ремонта необходимо отправить в адрес предприятия-изготовителя с описанием дефекта в заводской упаковке.

2.9. Техническое обслуживание

2.9.1. Техническое обслуживание включает внешний осмотр (с земли) и опробование постоянным магнитом по п.2.5.3.