

**Блок защит микропроцессорный
БЗМ - 4**

**Руководство по эксплуатации
БЗМ. 400. 000.000РЭ**

1. ВВЕДЕНИЕ

Блок защиты микропроцессорный (БЗМ-4) разработаны для применения в условиях открытых горных работ и в том числе на борту горных машин. БЗМ может устанавливаться на стационарных, передвижных и распределительных подстанциях; на распределительных и приключательных пунктах, а также в высоковольтных ячейках экскаваторов, буровых станков и т.д. в комплекте с трансформаторами тока напряжения (или другими источниками напряжения).

В настоящее время серийно выпускаются следующие модификации БЗМ в зависимости от содержащихся видов защит:

- 1) БЗМ-3
 - а) «МТО» без выдержки времени;
 - б) МТЗ с независимой регулируемой выдержкой времени от 5 до 15 с;
 - в) ЗОФ – защита от обрыва одной фазы питающей трехфазной сети.
- 2) БЗМ-4
 - а) «МТО» с фиксированными выдержками времени: 0, 0,5, 1,0 и 1,5 сек.
 - б) «МТЗ» с независимой выдержкой времени от 0 до 15 сек;
 - * в) «ОЗЗ» $_{I_0, U_0}$ - направленная и МТЗ по I_0 защиты от однофазных замыканий на землю с выдержками времени – 0; 0,5; 1 и 1,5 с. типа «Зеро»;
 - г) «ЗОФ» – защита от обрыва одной фазы питающей трехфазной сети;
 - д) «ЗМН» - защита минимального/максимального напряжения (с возможностью ее откл.).
 - е) «КЖЗ» - контроль целостности жилы заземления в кабеле, отходящем к передвижной горной машине (с возможностью ее отключения при использовании ПП в качестве линейного или эксплуатации с 4-х жильным кабелем);
 - ж) «Люк» - блокировка при незакрытых отсеках отходящего кабеля (с возможностью отключения, если блокировок нет).

ВНИМАНИЕ! Схема и конструкция реле постоянно совершенствуются и могут отличаться от описанных в руководстве без снижения потребительских свойств изделия.

2. Назначение и условия эксплуатации

2.1. Блок защиты микропроцессорный - БЗМ-4 предназначен для защиты присоединений от:

- 1) междуфазных токов коротких замыканий (ТКЗ) – «МТО» с фиксированными выдержками времени 0; 0,5; 1; 1,5 сек;
- 2) перегрузок по току - МТЗ с независимой регулируемой выдержкой времени, регулируемой плавно;
- 3) однофазных замыканий на землю в сети с изолированной или заземленной через высокоомный резистор нейтралью - «ОЗЗ» направленная и МТЗ по I_0 ненаправленная;
- 4) обрыва одной фазы в цепи питания нагрузки – ЗОФ с возможностью ее отключения;
- 5) Защита минимального напряжения с возможностью ее отключения - U_{\min} ;
- 6) Защита максимального напряжения с возможностью ее отключения - U_{\max} ;
- 7) обрыва жилы заземления в кабеле – КЖЗ, питающем горную машину (при наличии 5-й контрольной жилы в кабеле);
- 8) несанкционированного открывания крышки отсека отходящего кабеля - «Люк»;
- 9) имеется вход для отключения от посторонних контактов, который используется нами в приключательных пунктах ЯВП для индикаций и отключения защитой прямого действия расцепителями тока в выключателях- МТО_{выкл.}.

2.2. Реле предназначено для работы в условиях с номинальными значениями климатических факторов по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70. При этом:

- температура окружающей среды, °С от минус 10 до плюс 50;
 - высота над уровнем моря не более 2000м,
 - окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях разрушающих металлы и изоляцию.
- Атмосфера II по ГОСТ 19190-69;

- относительная влажность воздуха до 100% при температуре плюс 35°С;
- реле должно монтироваться на неподвижных металлических или изоляционных основаниях;
- место установки должно быть защищено от попадания жидкостей, масла, эмульсий и т.д.;
- реле не должно подвергаться воздействию солнца, магнитных и электрических, а также радиации;
- рабочее положение реле – безразличное;
- допустимые вибрационные нагрузки 0,5g;

Степень защиты электронной части реле БЗМ IP44 по ГОСТ14254-80

2.3. Условное обозначение блока реле защит расшифровывается следующим образом

БЗМ X XX $U_{\text{пит}} = \text{XXX}$ ТУ 3148-041-11392262-2002

-----Шифр технических условий

-----Напряжение питания номинальное

-----Вид климатического исполнения

-----Модификация

-----Малогабаритный блок защит
микропроцессорный

2.4. Основные технические данные

| № | Наименование параметра | Значение |
|-----|---|--|
| 1. | Номинальное напряжение защищаемых присоединений, кВ | 3÷35 |
| 2. | Номинальное напряжение питания, В | ~220 |
| 3. | Номинальный вторичный ток цепей от трансформаторов тока, А | 5 |
| 4. | Диапазон токов срабатывания МТО, А Время срабатывания МТО (фиксированные уставки), сек. | по требованию 0; 0,5; 1 и 1,5 |
| *5. | Диапазон токов срабатывания МТЗ с независимой выдержкой времени, А | по требованию (стандарт(0,5÷ 5)А) |
| 6. | Диапазон уставок времени МТЗ, регулируемый, с | 0÷15 |
| 7а. | Ток срабатывания направленной защиты от ОЗЗ по току в комплекте с ТЗЛ-1 05.1 (ТЗЛМ) и РДННП (U ₀), А | ~0,3 |
| 7б. | Порог срабатывания МТЗ по I ₀ , А | ≈180 |
| 8. | Время срабатывания защиты от ОЗЗ, мс | 50÷60 |
| 9. | Диапазон уставок времени ОЗЗ, сек | 0; 0,5; 1; 1,5 |
| 10. | Пороги срабатывания защиты от обрыва фазы : а) по току б) по углу между I _a и I _c , град. Эл. в) по величине отношения между I _a и I _c | (~0,5)I _{МТЗ} < 30 2 |
| 11. | Время срабатывания ЗОФ, с | 5,6 |
| 12. | Порог срабатывания ЗМН (с возможностью откл.) от номинального напряжения, % | U _{min} 55÷60 U _{max} 130 |
| 13. | Время срабатывания ЗМН, с | 2с |
| 14. | Порог срабатывания реле контроля жилы заземления (КЖЗ), А | <0,5 |
| 15. | Время срабатывания КЖЗ, с | 1,2 сек. |
| 16. | Время отключения от контактов, МТО выкл. Крышки отсека отходящего кабеля, с | 0 1,5с |
| 17. | Размеры, мм | 155 x 210 x 90 |
| 18. | Масса, кг | 1,2 |

* При использовании МТЗ с t для защиты от К.З. следует при заказе согласовать диапазон уставок защиты с величинами коэффициентов трансформации трансформаторов тока.

3. Устройство

3.1 На лицевой крышке корпуса блока защит расположены:

1. Линейная шкала амперметра;
2. Резисторы оперативной настройки уставок тока фаз МТЗ с независимой выдержкой времени $I_{уст}$ “А”, $I_{уст}$ “С”
3. Зеленые светодиоды «Готовность» защит (верхний - МТО, МТЗ и ЗОФ; нижний - ОЗЗ типа “Зеро”). При исправных защитах светодиоды должны светиться непрерывным ровным светом.
4. Индикаторы сработавших видов защит (светодиоды) красного цвета: ЗОФ, ЗМН, МТЗ-МТО, ОЗЗ, причем, три последних имеют двойное назначение. Если ЗМН горит ровным (немигающим) светом, сработала защита минимального напряжения. Если сработала защита максимального напряжения, индикатор мигает.
5. Если МТЗ-МТО горит ровным (немигающим) светом, сработала МТЗ с $t_{незав.}$ Если сработала МТО, индикатор мигает.
При срабатывании направленной защиты от ОЗЗ индикатор светится непрерывно. При отключении установки в результате одновременных замыканий на землю на разных фазах разных линий (двухфазное к.з. через «землю») срабатывает ненаправленная МТЗ по I_0 и индикатор ОЗЗ мигает.
При достижении порогов срабатываний МТЗ и ЗОФ загораются соответствующие светодиоды и, если сигнал снижается ниже уставки, светодиоды гаснут. Разумеется, если время уставки не истекло.
При удержании тока больше $I_{уст}$ в течение $t > t_{уст}$ защита срабатывает и блокируется. Сигнал на индикаторе сохраняется до нажатия и отпускания кнопки «Деблокировка» даже, если напряжение питания исчезало.
6. Индикаторы контроля целостности жилы заземления (КЖЗ) отходящего кабеля – «Земля» состоит из двух светодиодов – зеленого и красного цвета. Зеленый светодиод – контрольный ток (около 0,5 А) протекает по петле: жила заземления – контрольная жила. Красный светодиод – установка отключена в результате обрыва в контролируемой цепи.
7. Индикатор «Люк» служит для контроля недоступности отходящего кабеля. Если контакты конечного выключателя контролируемого люка разомкнуты, через 1,5 сек защита отключит выключатель и заблокируется с индикацией (красный светодиод).
Индикатор «МТО выкл.» указывает на срабатывание расцепителей тока прямого действия. Расположенных в вакуумном выключателе ВБЭМ.
8. Слева внизу находится переключатель амперметра. В режиме измерений 3^x фазного тока линейный амперметр покажет величину нагрузки соответствующей фазы "А" или "С", а в среднем положении $I_a + I_c$, т.е. “В”. В режиме нажатой кнопки «Тест» амперметр покажет величину тестового тока для настройки МТЗ на фазах «А» и «С», регулируемого резистором $I_{тест.}$ (Ток нагрузки должен быть отключен).
9. Кнопка «Деблокировка» имеет следующее назначение:
 - а) При кратковременном нажатии и отпускании она снимает блокировку сработавшего вида защиты и возвращает блок в рабочее состояние с погасанием (красных светодиодов) всех видов защит.

б) При сработавшей любой защите длительное (4÷5 сек) нажатие кнопки «Деблокировка» до возникновения мигания трех видов защит, а затем отпуская кнопку, происходит однократный перевод ЗОФ в режим индикации, т.е. без отключения защищаемого присоединения и блокировки защит. Для возвращения ЗОФ в режим срабатывания и индикации с «памятью» достаточно нажать кнопку кратковременно при любой сработавшей защите.

3.2. На внутренней стороне крышки справа внизу находятся резисторы для регулировок уставок « $I_{МТО}$ » и независимой выдержки времени МТЗ - $t_{МТЗ}$. Для того, чтобы изменение указанных уставок после регулировки произошло, необходимо при любой сработавшей защите кратковременно нажать кнопку «Деблокировка».

При необходимости введения $t_{МТО}$ с контактов снимаются перемычки и надеваются на один верхний контакт подобно установке выдержек времени для «ОЗЗ» - $t_{ОЗЗ}$.

Выше вертикально рядом расположены две перемычки – $t_{ОЗЗ}$. Если перемычку снять и надеть ее только на нижний контакт (для предотвращения утери) вводится ступень времени выдержки ОЗЗ.

а) обе перемычки замыкают контакты $t=0$ (60 мсек)

б) левая пара контактов разомкнута – $t=0,5$ сек

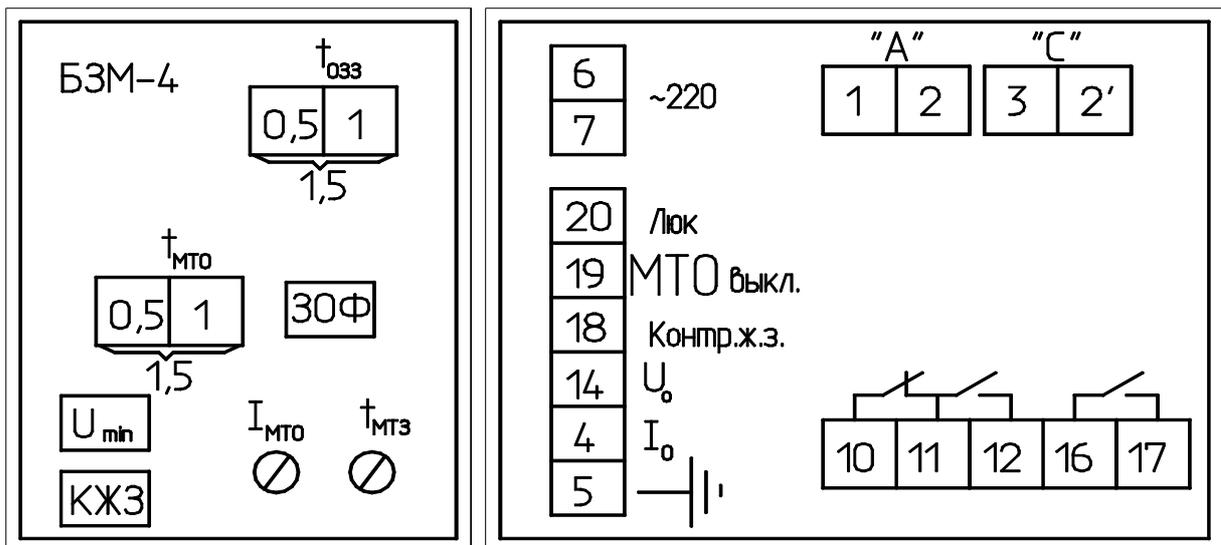
в) правая пара контактов разомкнута – $t= 1$ сек

г) обе пары контактов разомкнуты – $t = 1,5$ сек.

Выдержки времени ОЗЗ после изменения уставки меняются только после снятия питания до погасания всех светодиодов, а потом восстановления питания блока.

3.3. Слева внизу расположены перемычки, которые при включенном состоянии блокируют: верхняя – защиту минимального и максимального напряжения, а нижняя КЖЗ при отсутствии пятой жилы в кабеле.

3.4. В глубине корпуса расположены клеммы для подключения внешних цепей.



3.5. Надетая на контактах «ЗОФ» перемычка блокирует работу защиты на отключение потребителя. Сохраняется только индикация.

Не забывайте вводить «ЗОФ» на отключение при защите двигателей, т.е., снимать перемычку «ЗОФ» с двух контактов и надеть ее на один.

| Кл. | Провода | Назначение |
|------|-----------------------|--|
| 1 | Фаза "А" | Цепи от т.т. токовых защит фаз А и С |
| 2 | Нейтраль | |
| 3, 4 | Фаза "С" | |
| 4* | От И ₁ 431 | Цепи от ТТНП (ТЗЛ, ТЗЛМ и др.) I ₀ Рекомендуемый -ТЗЛ-1 05.1 |
| 5 | От И ₂ 430 | |
| 6 | 1 | Питание ~ 220В - Фаза |
| 7 | | Питание - общий |
| 14* | 600 | Сигнал U ₀ от датчика РДННП |
| 18 | 12 | сигнал контроля жилы заземления кабеля |
| 19 | 22 | Сигнал осрабатывании токовых расцепителей вакуумного выключателя. (МТО _{выкл}) |
| 20 | 21 | контроль крышки отсека кабеля |
| 10 | 9 | блокировка включения выключателя |
| 11 | 1 | питание цепей отключения оперативным напряжением ~ 220В |
| 12 | 3 | Сигнал для отключения ВВ |
| 16 | 5 | Отключение независимым расцепителем (от заряженного конденсатора) |
| 17 | 6 | |

Если используется четырехжильный кабель (без контрольной жилы) в отсеке кабеля следует закоротить клемму «К» на землю и поставить перемычку «КЖЗ»

4. Указания мер безопасности.

4.1. К эксплуатации блока защиты может быть допущен персонал, имеющий специальную подготовку, знающий правила безопасности при обслуживании электроустановок напряжением выше 1000 В и имеющий удостоверение с группой по ТБ не ниже III.

- 4.2. Следует помнить, что на блоке защиты имеются напряжения ~ 220 В питания и цепей управления, а также входные цепи от трансформаторов тока установленных в отсеках высокого напряжения.
- 4.3. Категорически запрещается разрывать цепи от всех трансформаторов тока при включенной электроустановке и выносить их за пределы шкафа.
- 4.4. Особое внимание обратить на надежность заземления выводов I_2 всех трансформаторов тока.
- 4.5. Любые работы в цепях БЗМ и управления ячейкой при включенном разъединителе мощности категорически запрещаются!!!
- 4.6. Подключать постороннее питание ~ 220 В следует только после отключенного выключателя QF2. В противном случае напряжение 6 кВ окажется на шинах ЯВП в результате обратной трансформации через трансформатор ОЛС-6/1,25 с обмотками 0,23/6 кВ.

5. Инструкция по эксплуатации

5.1 Общие указания.

Перед любыми действиями связанными с блоком защит, следует тщательно изучить техническое описание и настоящую инструкцию. Во время проверок блока или его эксплуатации при малейших сомнениях следует обратиться к описанию и рекомендациям вновь, не полагаясь на память.

Обратите особое внимание на меры безопасности.

Какого-либо ухода, кроме регламентных проверок и установки новых уставок при изменении параметров защищаемых присоединений, БЗМ не требует.

После срабатывания защит любого вида необходимо понять и устранить причины повреждения прежде, чем деблокировать устройство кнопкой и включать присоединение в работу.

Перед установкой в действующую электроустановку блок защит должен проверяться на работоспособность в лаборатории релейной службы.

5.2. Проверка и настройка уставок блока защит.

Напряжение питания БЗМ ~ 220 В подключается к клеммам 6 и 7. При исправном реле ровным немигающим светом должны светиться светодиоды "Готовность" – «МТЗ» и «ОЗЗ».

Первой проверяется защита МТЗ с независимой выдержкой времени, так как ЗОФ и МТО привязаны к уставке МТЗ. ($I_{зоф} \approx 0,5 I_{МТЗ}$; $I_{МТО} = k \cdot I_{МТЗ}$).

Цепи от трансформатора или источника тока подключаются к клеммам 1 и 2. При увеличении тока на линейном амперметре (переключатель должен быть на фазе "А") должно быть соответствующее показание, а при достижении тока уставки загорается светодиод "МТЗ".

Если защита от обрыва фазы (ЗОФ) БЗМ задействована на отключение и выдержка времени $t_{МТЗ} > 5,6$ секунд первой может сработать ЗОФ, так как уровень ее уставки тока составляет $\sim 0,5 I_{уст. МТЗ}$.

В этом случае следует перевести ЗОФ в режим индикации. Следует нажать кнопку «Деблокировка» и держать ее длительно, пока не замигают индикаторы всех видов токовых защит, после чего кнопку отпустить. В этом режиме светодиод

«ЗОФ» загорается, однократно не вызывая срабатывания исполнительного реле и его блокировку. Тоже произойдет, если переключатель ЗОФ будет замкнут.

Регулятором постороннего источника тока устанавливается ток уставки на фазе "А".

Резистором $I_{уст}$ фазы "А" необходимо (из погасшего состояния) добиться начала загорания светодиода "МТЗ". Увеличив величину тока на 10% одновременно с подачей тока, включается секундомер (миллисекундомер) для измерения времени срабатывания. Для изменения уставки $t_{МТЗ}$ служит резистор на внутренней панели крышки. Изменение времени после поправки движка - " $t_{МТЗ}$ " или тока отсечки - " $I_{МТО}$ " произойдет, если с блока будет снято напряжение до погасания зеленого светодиода, а потом восстановлено, или при сработавшем состоянии любой защиты нажата и отпущена кнопка "Деблокировка".

В нашем случае для того, чтобы ЗОФ снова не мешала испытаниям, кнопку следует нажать длительно до мигания индикаторов всех защит и отпустить или замкнуть переключатель «ЗОФ»

После поправки уставки тока $I_{МТО}$ необходимо деблокировать сработавшую защиту, посторонним током проверяется величина до срабатывания защиты.

Подключив провода к входу фазы "С" (клеммы 3 и 4) следует отрегулировать $I_{МТЗ}$ - уставку, а $t_{МТЗ}$ и $I_{МТО}$ только проверить. Показания амперметра следует проверять переключив тумблер на фазу "С".

После последнего срабатывания блока, следует кратковременным нажатием и отпуском кнопки "Деблокировка" вернуть БЗМ в исходное состояние. Переключатель ЗОФ вернуть в нужное положение.

Увеличивая ток через вход любой фазы (кл.1,2 или 3,4), определяется начальное значение тока срабатывания ЗОФ и проверяется время выдержки этой защиты.

Имея два регулируемых источника тока с векторами I_a к $I_c > 30^\circ$ можно определять и регулировать уставки $I_{МТЗ}$, $I_{МТО}$ и $t_{МТЗ}$ не переключая ЗОФ на индикацию.

Проверка тока срабатывания защиты от ОЗЗ осуществляется в комплекте с ТТНП того типа, с которым БЗМ будет работать. Вторичная обмотка ТТНП подключается к клеммам 4* и 5. При проверке блока БЗМ4, который работает в комплекте с РДННП, на клеммы 14* и 5 подается напряжение U_0 около 3 В опережающее ток I_0 на 90° . Увеличением тока через первичный провод в окне трансформатора определяется порог тока срабатывания. Одновременным включением $I_0 = 1,2 I_{оср}$ и миллисекундомера определяется время срабатывания защиты от ОЗЗ.

Если защита от ОЗЗ не используется, клеммы 4*, 5 и 14* следует замкнуть, а клемма 5 должна быть заземлена в любом случае.

6. Оперативная установка тока срабатывания МТЗ с независимой выдержкой времени и подготовка к режиму "Тест".

6.1. В блоке защит заложена возможность изменять пороги срабатывания МТЗ с $t_{незав.}$ (Напр., ячейка перемещена для защиты другого присоединения), а также

проверять работоспособность защиты в полевых условиях без регулируемого постороннего источника тока.

Это достигается с помощью собственного тестового сигнала, индикаторного амперметра и регулировочных резисторов обозначенных « $I_{\text{тест}}$ » и « $I_{\text{уст}}$ ».

Регулировка и проверка блока должна производиться без нагрузки со стороны потребителей.

Для подачи тестового сигнала следует нажать и удерживать кнопку «Тест». Уровень тестового сигнала (величина тока на амперметре) регулируется резистором « $I_{\text{тест}}$ » на фазах «А» и «С».

Включив тумблер на фазу «А» соответствующим резистором « $I_{\text{уст}}$ » необходимо добиться начала загорания светодиода «МТЗ». Переключив тумблер на фазу «С» следует зафиксировать соответствующим резистором начало загорания светодиода «МТЗ» на этой фазе. После отпускания кнопки «Тест» реле возвращается в рабочий режим с токами уставок – « $I_{\text{уст}}$ » МТЗ, отрегулированными по тестовому сигналу, а амперметр снова начинает показывать ток нагрузки той фазы сети на которую он включен.

«МТО» изменится с той же кратностью автоматически.

Среднее положение тумблера амперметра соответствует сумме токов фаз "А" и "С", т.е. фактически току фазы "В" в режиме измерения трехфазного тока нагрузки.

Для подготовки МТЗ с т к режиму проверки следует при отключенной нагрузке нажать кнопку "Тест" и увеличить значение тока резистором " $I_{\text{тест}}$ " на 20 ÷ 30% больше $I_{\text{уст МТЗ}}$.

Проверка работоспособности защит МТЗ с т и ЗОФ осуществляется длительным (время удержания больше уставок времени) нажатием кнопки "Тест".

Первой срабатывает защита, имеющая меньшее время выдержки ($t_{\text{МТЗ}}=0\div 15\text{с}$; $t_{\text{ЗОФ}}=5,7\text{ с}$). Если $t_{\text{МТЗ}} > t_{\text{ЗОФ}}$, ЗОФ можно переключать только на индикацию в соответствии параграфом 5.

Так как обе указанные защиты и МТО используют сигналы от ТТ и имеют общие каналы обработки, срабатывание исполнительного реле свидетельствует об исправности блока.

Рекомендуется проверять не реже одного раза в год срабатывание всех защит посторонним источником первичного тока службой релейной защиты (СРЗ), так как в общем составе шкафа может быть МТО прямого действия, осуществляемая катушками расцепителей тока, установленными в вакуумном выключателе ВБЭМ-10/800-12,5 (срабатывание катушек наступает при $I = 20-25\text{ А}$).

Проверка ОЗЗ связана с подключением внешних цепей (имитация тока и напряжения НП) и подключением ННП кнопкой "Проверка ОЗЗ" за пределами блока защит. Она описывается в инструкции к шкафу, где БЗМ устанавливается. При нажатой кнопке – "Проверка ОЗЗ" через ТТНП протекает проверочный ток, а на кл. 14 и 5 подается напряжение вместо U_0 .

Для проверки работоспособности схемы контроля целостности жилы заземления отходящего кабеля на борту потребителя разрывается цепь контрольной

жилы (нажимается кнопка аварийного отключения с н.з. фиксирующимся контактом типа – «Грибок»).

Для проверки защиты минимального напряжения снимается напряжение питания, а для выявления порога срабатывания напряжение снимается плавно .

В блоке защит предусматривается возможность блокировки срабатывания ЗМН защищаемого присоединения специальной перемычкой.

Для проверки блокировки крышки отсека отходящего кабеля и сигнализации срабатывания МТО выкл. вызывается срабатывание соответствующих конечных выключателей.

P.S.

Если защита КЖЗ используется, перемычка «КЖЗ» на внутренней стороне крышки (слева нижняя) должна быть разомкнута.

Если защита минимального и максимального напряжения используется, должна быть разомкнута перемычка «U_{min}» (слева верхняя).

В обоих случаях перемычки надеваются на одну ножку (левую) для предотвращения утери.

Если перемычка «ЗОФ» разомкнута, то защита действует на отключение. При замкнутом состоянии – «ЗОФ» отключена постоянно и работает только на индикацию.

При использовании МТЗ с t в качестве реле перегрузки (Напр., защита двигателей) следует учесть, что при кратковременных снижениях тока $< I_{уст.}$ в процессе отсчета времени оно не сбрасывает время на 0, а отсчитывается назад и , следовательно, его снова нужно набрать для того, чтобы продолжить отсчет. В этих случаях $t_{мтз} = t_{уст.} + 2 t_1 < I_{уст.}$. Пример: $t_{уст.}$ перегруза = 10 с; время кратковременного снижения $I < I_{уст.} = 3$ с; $t_{работы}$ защиты = $10 + 2 \times 3 = 16$ с.

Такая характеристика не позволяет перегреть двигатель при перерывах перегрузочного тока в течение уставки времени.

6.2. Рекомендации по выбору уставок тока для защит МТЗ и МТО.

Формула для выбора уставок имеет классический вид:

$$I_{МТЗ} = \frac{I_{\text{макс.раб.}} \cdot K_H \cdot K_{сх}}{K_B \cdot K_{ТТ}};$$

$$I_{\text{макс.раб.}} = I_{\text{ном}} \cdot K_{\text{рег.перегрузок}};$$

$K_H = (1,25 \div 1,4)$ - коэффициент надежности;

$K_{сх} = 1$ при схеме ТТ «неполная звезда»;

$K_B = 0,98 \approx 1$ для реле БЗМ;

$K_{ТТ}$ - коэффициент трансформаторов тока.

Для того, чтобы уменьшить ток уставки МТО, устройство имеет собственное время срабатывания $40 \div 50$ мс, что позволяет пропускать броски токов намагничивания индуктивных нагрузок и зарядные токи конденсаторов.

Время срабатывания $t_{\text{МТЗ}}$ выбирается с учетом времени запуска двигателей, обычно $6 \div 9$ с.

Так для двигателя $P=630$ кВт с $I_{\text{НОМ}}=71$ А, $I_{\text{МТЗ}}$ устанавливается обычно 120А и $t_{\text{МТЗ}}=7$ с.

$$I_{\text{МТО}} = I_{\text{пуска}} \cdot K_{\text{Н}} = I_{\text{НОМ}} \cdot K_{\text{пуска}} \cdot K_{\text{Н}} = 71 \cdot 6,5 \cdot (1,3 \div 1,5) = (600 - 700) \text{А}.$$

Для отключения выключателя есть два н.о. контакта: один для оперативного напряжения переменного 220В, а второй для расцепителя постоянного напряжения (или заряженный конденсатор от выпрямителя 220В). При наладке необходимо проверять обе цепи отключения отдельно, так как при близком коротком замыкании возможно значительное понижение оперативного напряжения 220В.

7. Защита при ОЗЗ в БЗМ-4

7.1. Общие сведения.

В блок защит БЗМ-4 органически входит защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) типа «Зеро» (ЗЗМ –У2). Она представляет собой комбинированную защиту, состоящую из трех устройств:

1) Направленная защита при ОЗЗ.

2) Ненаправленная максимально-токовая защита (МТЗ) по ТНП I_0 для отключения одновременных замыканий на землю на разных фазах разных линий (ток КЗ двухфазный через землю).

Наличие МТЗ по I_0 предотвращает отказы защит, когда токи меньше уставок МТЗ на фазах, и, когда на разных фидерах фаза «А» или «С» окажется на шинах фазы «В», где нет трансформаторов тока. (Ж. «Новости электротехники», №2 (32) 2005 г., стр.58).

3) Реле времени с уставками 0; 0,5; 1; 1,5 с для обеспечения продольной селективности защит при ОЗЗ.

Реле «Зеро» до настоящего времени - единственная защита при ОЗЗ которая удовлетворяет нормативам безопасности ВостНИИ утвержденным Госгортехнадзором России, а с 2006 года Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Реле «Зеро» постоянно имеет разрешение на его применение в условиях открытых горных работ всех отраслей добывающей промышленности.

«Зеро» имеет высокую устойчивость к ложным срабатываниям.

Реле «Зеро» в любом варианте с одинаковым успехом работает в сетях с изолированной нейтралью, а также с нейтралью, заземленной через высокоомный резистор.

Отличие защиты от серийно выпускаемого «Зеро» в отдельном корпусе в том, что напряжение нулевой последовательности (ННП) поступает на вход реле с резистивного датчика ННП (РДННП), а затем делительного устройства. Уровень срабатывания реле по ННП на клеммах 14* и 5 около 2,3 вольта, а при металлическом ОЗЗ в сети 6,6 кВ на входных клеммах U_0 реле напряжение около 20 В.

По току нулевой последовательности I_0 (ТНП) реле подключается клеммами 4* и 5 к ТТНП известных типов ТЗЛ-1 05.1 - (рекомендуем), ТЗЛМ, ТЗР и др. Паспортные данные приведены при подключении к ТТНП типа ТЗЛ-1 05.1 и ТЗЛМ в размагниченном состоянии. В этом случае $I_0 \approx 0,3$ А, а $I_{0\text{МТЗ}} \geq 180$ А ($\approx 7,5 \times 25$ А).

Реле допускается подключать к фильтру ТНП, составленному из трех трансформаторов тока, но при этом следует учесть небаланс в результате разницы их характеристик. При необходимости следует указать в заказе увеличенный порог тока срабатывания I_0 для отстройки от $I_{0\text{неб}}$.

7.2. Основные технические данные

Таблица 1

| Наименование параметра | Значение |
|--|------------------------------------|
| 1. Номинальное напряжение защищаемых присоединений, кВ | 3÷35 |
| 2. Номинальное напряжение нулевой последовательности (U_0) на входе при металлическом замыкании на землю, В | 20-(РДННП) |
| *3. Допустимое значение тока нулевой последовательности (I_0) длительно протекающего через ТТНП, А | 30 |
| 4. Порог срабатывания реле по первичному току НП - I_0 в комплекте с ТТНП типа: ТЗЛ – 1 05.1 и ТЗЛМ, А. | 0,3($U_{\text{вх}} \approx 7$ мВ) |
| *5. Зона углов (φ) срабатывания при отставании вектора I_0 от вектора U_0 , градусы электрические | (90÷180) |
| *6. Порог срабатывания по напряжению нулевой последовательности на клеммах реле при $I_0=0,4$ А и $\varphi=90^\circ$, В | (РДННП) – 2,3В ≤ 10 (ТННП) |
| 7. Собственное время срабатывания, не более, сек | 0,06 |
| *8. Уставки времени срабатывания, сек | 0; 0,5; 1 и 1,5 |
| *9. Порог срабатывания максимально-токовой защиты реле без учета угла между I_0 и U_0 в комплекте с ТЗЛМ или ТЗЛ-1 05.1, А | 180 |
| 10. Номинальный ток контактов исполнительного реле при переменном напряжении (~ 100 - ~ 220 В), А | 5 |

*Величины могут быть изменены по требованиям заказчика.

**Спецзаказ реле

Примечание: ТТНП размагничены.

8. УСТРОЙСТВО И РАБОТА РЕЛЕ ТИПА ЗЕРО.

8.1. По принципу действия реле защиты **ЗЕРО** от однофазных замыканий на землю представляет собой направленную защиту по ТНП (I_0) относительно ННП (U_0), реагирующую на установившиеся значения.

8.2. Конструктивно реле встроено в блок защит БЗМ-4 и питается стабилизированными напряжениями +12, - 12 и + 5 В.

8.3. Функциональная электронная часть реле показана на рис.1. Сигнал с ТТНП попадает на преобразователь тока в напряжение 1, далее на фильтр низких частот 3 и затем на усилитель 4. Сигнал U_0 также проходит через фильтр низких частот 2 на усилитель 5. Далее сигнал тока попадает на элемент 6, а сигнал ННП на элемент 9. На выходах указанных элементов сигналы появляются в виде меандра.

Релейные элементы 7,8,10 и 11 формируют сигналы в том случае, когда абсолютные значения ТНП (элементы 7 и 8) и U_0 (элементы 10,11) превышают пороги срабатывания.

Сигналы с указанных элементов поступают на микроконтроллер 14, где непрерывно происходит обработка информации по специальной программе с целью определения действительно ли токи и напряжения нулевой последовательности соответствуют однофазному замыканию в зоне защищаемого присоединения сети. Если, в процессе анализа хотя бы по одному фактору, подтверждения нет, сигнал о срабатывании сбрасывается, и отсчет времени совпадения всех факторов начинается снова.

При совпадении всех факторов в течение 40 мсек. с вывода 8 поступает сигнал на исполнительный усилитель 17, с которого запитывается исполнительное реле 22, а также индикаторный красный светодиод 23. В случае нормальной работы микроконтроллера на выводе 6 есть ВЧ сигнал, который после выпрямления и фильтрации питает светодиод зеленого цвета 25 и реле контроля исправности с н.о. контактами для внешних цепей. Драйвер 12 запускает контроллер, если напряжение с блока питания превышает +4В.

В случае, если замыкание на землю на защищаемом присоединении вызывает пробой изоляции на другой фазе другой линии (двухфазное короткое замыкание связанное “землей”) канал токовой отсечки по ТНП 18 приведет к срабатыванию реле без учета направления углов между U_0 и I_0 .

На защитном устройстве может устанавливаться выдержка времени 0; 0,5; 1 и 1,5 сек. Для этой цели на верхней плате предусмотрены перемычки, снятие и установка которых осуществляется без питающего напряжения:

| | |
|---|---------------|
| установлены обе перемычки, выдержка времени | - t=0 (*0) |
| отключена левая перемычка | - t=0,5 (0,3) |
| отключена правая перемычка | - t=1 (0,6) |
| отключены обе перемычки | - t=1,5 (0,9) |

*Спецзаказ

Снятая перемычка надевается на нижнюю ножку контакта, предотвращая утерю.

Для того, чтобы изменение уставок времени на подключенном реле произошло, после пересоединения перемычек необходимо отключить питание реле, на время не менее 5 сек. до погасания зеленого светодиода «Готовность», а затем включить питание.

8.4. Реле защиты работает в комплекте с ТНП и источником напряжения нулевой последовательности. Чувствительность устройства по току НП на входных клеммах составляет 7÷8мВ, что соответствует первичному току трансформатора типа ТЗЛ – 1 05.1 и ТЗЛМ около 300мА. В комплекте с трансформатором ТНП типа ТЗР чувствительность по первичному току несколько хуже -(0,4÷ 0,5) А. Реле срабатывает, если $U_0 >$ порога срабатывания и ток НП отстает от ННП на угол 90°÷180°.

При необходимости увеличить чувствительность реле по току НП рекомендуется установить на кабель два ТТНП, вторичные обмотки которых следует соединить синфазно последовательно.

При нескольких кабелях вторичные обмотки ТТНП соединяются синфазно последовательно.

Источником напряжения НП могут служить трансформаторы напряжения (НТМИ, НАМИ, ЗНОЛ и др.), а также специальные устройства, в нашем случае РДННП.

8.5. Для проверки технических данных реле необходимо собрать схему приведенную на рис.2.

Измерение фазы тока I_o относительно U_o прибором ВАФ-85 лучше измеряя углы между напряжениями $U_{ав}$ и $U_{АО}$.

Проверка реле производится при следующих условиях:

- а) $I_{оср.}$ определяется при $U_o=1,5U_{порог}$, угол I_o относительно U_o - $\varphi = L 90^\circ$
 $U_{питания} = 100\%$.
- б) $t_{ср.}$ определяется при $I_o=1,5 I_{оср.}$, $U_o=1,5 U_{порог}$, угол $\varphi = L 90^\circ$ и $U_{пит.}=100\%$.
- в) $U_{оср.}$ определяется при $I_o=1,5 I_{оср.}$, $\varphi = L 90^\circ$ и $U_{пит.}=100\%$.
- г) Угол срабатывания - φ определяется при $I_o=1,5 I_{оср.}$, $U_o=1,5(U_{порог})$ и $U_{пит.}=100\%$.
- д) $I_{о МТЗ}$ ($U_{вх МТЗ}$) необходимо определить при $U_{пит.}=100\%$ **в течение времени не более 3 сек.** (В последних версиях реле при этом светодиод индикации горит мигающим светом).

Угол срабатывания не должен попадать в 1-й квадрант векторного круга с запасом $\pm 30^\circ$. Типичный диапазон срабатывания реле при:

$I_{o1} = 0,4A$ $\varphi = L 90^\circ \div L 210^\circ$ (с 155°)

$I_{o2} = 5A$ $\varphi = L 65^\circ \div L 205^\circ$ относительно U_o . (См. рис.3).

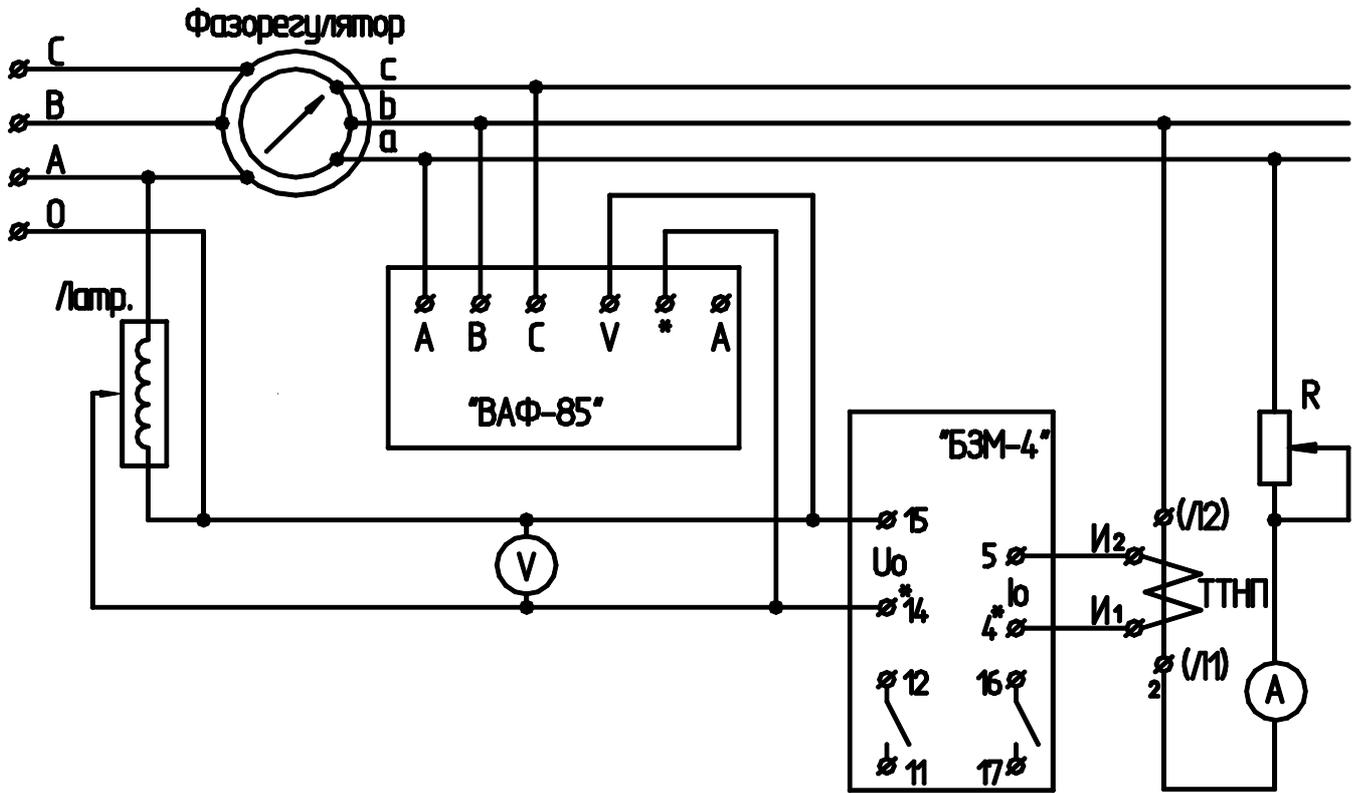


Рис.2.

8.6. Подключать реле в эксплуатацию на отходящей линии необходимо в соответствии с принципиальной схемой шкафа.

Напряжение НП (U_0) подключается к клеммам 14* и 15(5), причем, к клемме 15(5) подключается провод заземленный на источнике ННП. К клемме 14* подключается фаза U_0 (провод 600 в делителе ЯВП-6-300).

Напряжение НП подключать к БЗМ-4, рассчитанный на РДННП, от трансформаторов напряжения НТМИ, НАМИ и группы ЗНОЛ только через делитель. На отпайке делителя при $\sim 100\text{В}$ на входе должно быть $\sim 20\text{В}$. На ТННП клеммы соответствующие X_d должны быть заземлены.

Цепи ННП(U_0) в подстанционном варианте подключаются к реле Зеро непосредственно без каких-либо промежуточных аппаратов или реле. Нпр., ВУ-1 или нормально открытые контакты пусковых реле по напряжению НП должны быть отключены. Очень полезно для всей сети подключение резисторов к обмоткам открытого треугольника ТННП, величина которых $25 \div 100$ Ом и зависит от мощности ТННП. (нпр. $R=U_0^2 / S_{\text{тр}}$; т.е. $R = 100^2 / 400 = 25$ Ом для $S_{\text{тр}} = 400$ ВА).

Выводы I_1 и I_2 сТННП типа ТЗЛМ или ТЗР подключаются к клеммам 4* и 5 реле. Заземленный на трансформаторе вывод I_2 подключается к 5-ой клемме реле. Одноименная, сфазированная с U_0 клемма I_1 ТННП подключается к 4* клемме Зеро. Если отходящая линия состоит из нескольких кабелей, выводы ТННП соединяются синфазно параллельно. При установке комплекта на вводе, на ТННП заземляется клемма I_1 , которая подключается к клемме 5 реле, а вывод обмотки трансформатора тока I_2 подключается к клемме 4*.

После подключения, реле необходимо проверить с помощью подачи тока нулевой последовательности непосредственно по проводу пропущенному через окно ТТ, или на клеммы испытательной обмотки 2И1, 2И2 как на ТЗЛ-1 05.1 или организацией искусственного однофазного замыкания на землю в защищаемом присоединении.

8.7. По своей технической характеристике реле является прибором не требующим обслуживания. При повреждении контактов исполнительного реле, оно заменяется новым. В таком случае устройство проверяется в условиях лаборатории по п.п. 6.2 и

8.8. В соответствии с “ЕПБ”, а также “Руководству по эксплуатации электрооборудования разрезом и карьеров” защита от ОЗЗ проверяется один раз в 6 месяцев имитацией замыкания при подаче в соответствующей фазе ТНП (I_0) через дополнительную обмотку на ТННП. При этом проверяется не только реле, но ТННП и его цепи.

Векторная диаграмма «Зеро»

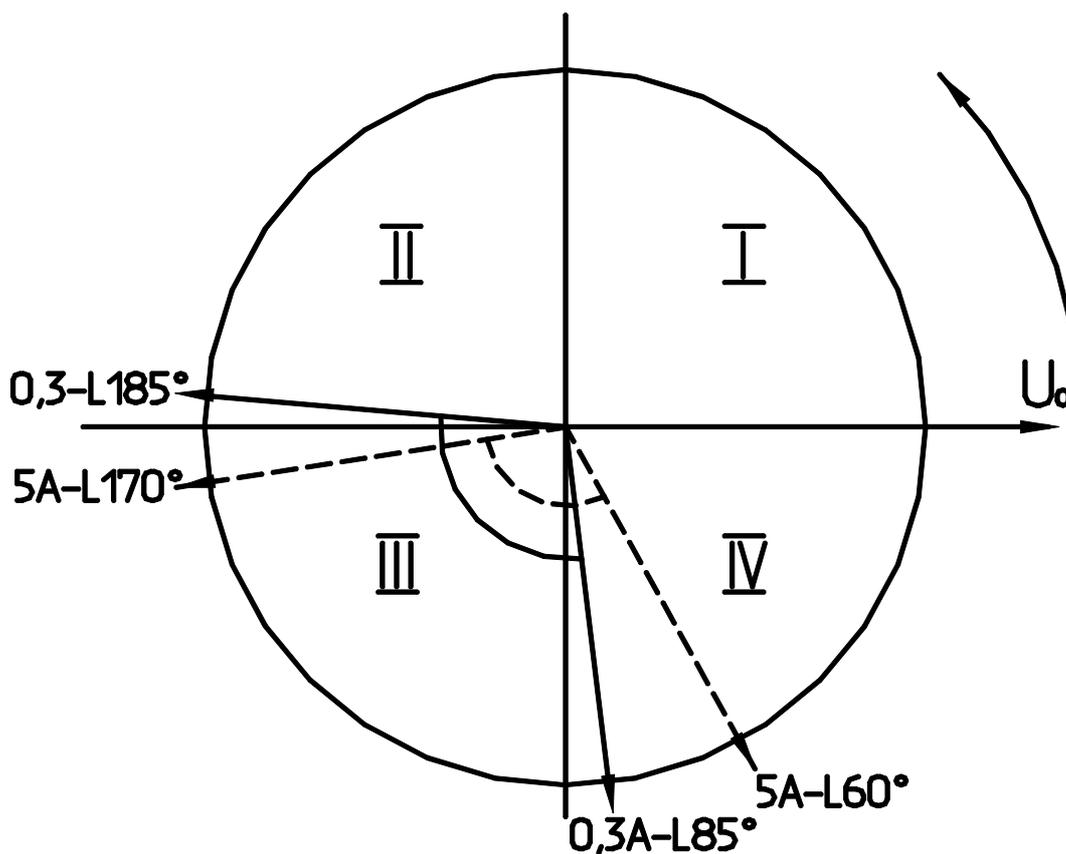


Рис.3.

9. Рекомендации по обеспечению работоспособности реле «Зеро».

9.1. Общие рекомендации.

Направленное реле от ОЗЗ типа «Зеро» работает в комплекте с ТТНП (ТЗЛМ, ТЗЛР, ТЗЛ 1.05, ТЗР и ТЗЛК) и источником напряжения НП (НАМИ, НТМИ, НТМИ-66, комплекты ЗНОЛ или датчиками напряжения НП на высоковольтных резисторах - РДННП).

Для того, чтобы обеспечить работоспособность реле в реальной сети электроснабжения, необходимо помнить, что через трансформатор тока нулевой последовательности (ТТНП) защищаемого присоединения протекает сумма токов нулевой последовательности всех остальных линий и элементов сети, кроме собственного. Ток НП защищаемой линии через свой ТТНП не проходит, хотя в месте повреждения он присутствует.

При однофазных замыканиях на других присоединениях через ТТНП неповрежденных линий протекают собственные токи НП в обратном направлении, на которые реле «Зеро» не реагирует. Пример изображен на Рис.4.

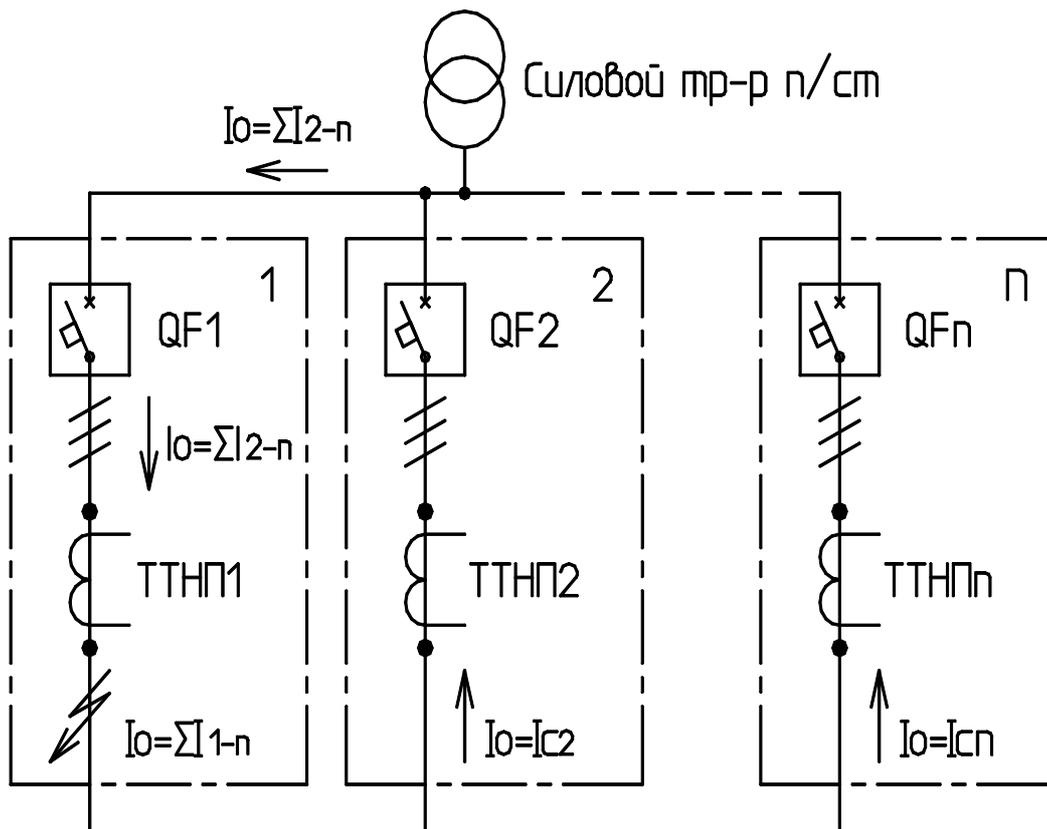


Рис. 4

Если емкостный ток сети образован преимущественно током I_c одной отходящей линии, то необходимо проверить, чтобы

$$(\sum I_c - I_{c \text{ повр}}) > I_{0 \text{ сраб}} \cdot K = 0,3 \text{ А} \cdot 1,2.$$

При несоблюдении этого условия к общим шинам подстанции необходимо добавить ток достаточный для срабатывания защит на всех фидерах; (смотри инструкцию к «ТСС-6»).

Следует учесть, что в связи с низким качеством электротехнических сталей в современных ТТНП при их намагничивании происходит ухудшение чувствительности реле. Так например реле «Зеро» в комплекте с выпускаемыми в данное время, трансформаторами типов ТЗЛМ и ТЗЛ-1 05.1 размагниченными переменным током 10А, имеет порог срабатывания по I_0 порядка $0,25 \div 0,26$ А. При работе реле в комплекте с намагниченными (например пиковыми ТКЗ нулевой последовательности при замыканиях на разных фазах и линиях) трансформаторами этих двух типов порог срабатывания реле увеличивается до $I_0 = 0,95$ А. При тех же условиях реле «Зеро» в комплекте с ТТНП типа ТЗЛМ выпущенным в 1967 году имеет порг срабатывания по $I_0 \leq 0,4$ А.

По нашим требованиям на Свердловском заводе трансформаторов тока был разработан ТТ типа ТЗЛК – 05.1, в комплекте с которым реле имеет порог срабатывания по $I_0 \leq 0,18$ А. Однако, в связи с более ранним насыщением магнитопровода этого ТТ, требуется специальное исполнение реле «Зеро» с уменьшенной до 45А уставкой МТЗ по I_0 .

Для поддержания работоспособности «Зеро» с высокой чувствительностью в комплекте с ТТНП, величину тока I_0 проверки работоспособности необходимо выбирать: для ТЗЛМ $I_{\text{пров.}} = 0,4$ А;

для ТЗЛ – 1 05.1 $I_{\text{пров.}}$ (через клеммы 2И1; 2И2) = 40 мА.

Если реле не срабатывает, требуется размагничивание магнитопровода ТТНП. При этом все обмотки ТТНП, первичная и обмотка проверки (кл. 2И1 и 2И2 на тр-ре ТЗЛ-1 05.1) **должны быть разомкнуты.**

При расчетах других установившихся значений однофазных замыканий на землю с достаточной для практики точностью рекомендуем пользоваться однолинейной схемой замещения трехфазной сети с изолированной (или заземленной через высокоомный резистор R_0) нейтралью в режиме ОЗЗ, изображенной на рис. 5.

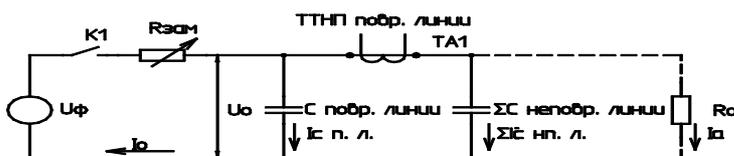


Рис. 5.

В этой схеме:

- U_{ϕ} - фазное напряжение сети

$$U_{\phi} = \frac{U_{л}}{\sqrt{3}};$$

- K – ключ, имитирующий возникновение ОЗЗ;
- $R_{зам}$ - переходное сопротивление замыкания в месте ОЗЗ;
- $C_{повр.} = 3C_{\phi\ повр.}$ - емкость поврежденной линии и присоединений к ней относительно земли за ТТНП защищаемой линии;
- $\sum C_{неповр.} = 3C_{\phi\ неповр.}$ – емкость всей сети, кроме поврежденного участка, за ТТНП;
- R_0 - сопротивление заземления нейтрали, если оно есть.

10. Инструкция по монтажу и эксплуатации «ТСС-6» Устройство для заземления нейтрали сети 6кВ через высокоомное сопротивление (R_{R0})

10.2.1. Введение.

По нашему многолетнему опыту (с 1986 г) лучшим способом восстановления работоспособности реле защиты от ОЗЗ при недостаточных естественных емкостных токах – I_c является добавление необходимой величины составляющей – I_a в токе ОЗЗ – I_0 . Для этого к шинам подстанции подключается устройство «ТСС-6» (ТСС-10 для сети 10 кВ)

Влияние ТСС на сеть с изолированной нейтралью является исключительно полезным и многоцелевым улучшением надежности сети:

- 1) Уменьшение количества повреждений изоляции всех видов, так как снижается длительность перенапряжений в сети при различных переходных процессах, Рис.1;
- 2) Исключается возможность работы ТННП в феррорезонансных режимах, предотвращая их повреждения в результате витковых замыканий обмоток ВН (иногда групповых);

- 3) Сеть электроснабжения приобретает устойчивость свойственную сети с заземленной нейтралью к автоколебаниям напряжений U_0 относительно «земли», Рис.1;
- 4) Сохраняется режим малых токов при ОЗЗ;
- 5) Сокращается количество ложных срабатываний защит (особенно групповых) даже морально устаревших типов.
(Реле «Зеро» не имеет ложных срабатываний)
- 6) Уменьшается напряжение смещения нейтрали из-за разной емкости фазных проводов относительно «земли»

Внимание! При отключенном «ТСС-6» на Вашем предприятии естественного емкостного тока I_c недостаточно для нормальной работы всех защит при ОЗЗ на землю.

«ТСС-6» должны быть включены постоянно!

9.2.2. Описание устройства «ТСС-6»

Конструктивно комплект состоит из трёх силовых трансформаторов типа ОЛС-1,25/6, высоковольтные обмотки которых (АХ) соединены в звезду с заземлённой нейтралью. Обмотки низкого напряжения (a_4x) соединены в открытый треугольник. К клеммам « a_4 » фазы «А» и «х» фазы «С» открытого треугольника подключается магазин резисторов (10 резисторов по 510 Ом 100Вт) защищённый автоматическим выключателем; рис. 2.

Обмотки ВН трансформаторов защищены предохранителями ПКТ-20/6

Монтаж комплектующих следует произвести в свободных шкафах подстанции на секциях №1 и №2.

После разъединителей с заземляющими ножами устанавливаются на опорных изоляторах держатели предохранителей ПКТ-6 20А. К выходным клеммам держателей трёх фаз подключаются клеммы стороны ВН «Х» силовых трансформаторов ОЛС-1,25/6. Клеммы «А» соединяются проводами в нейтраль «звезды» и заземляются.

На стороне НН используются клеммы a_4 х. Вторичные обмотки соединяются по схеме «открытый треугольник» в соответствии с рис. 2. Клемма a_4 трансформатора на фазе «А» подключается к автоматическому выключателю с $I_n=(16-25)A$, после которого подключается блок резисторов (10 резисторов 510 Ом, 100Вт соединённых параллельно),Рис.3

Второй вывод блока резисторов подключается к заземленной клемме «х» трансформатора ОЛС-1,25/6 на фазе «С».

Нормально закрытый блок-контакт выключателя QF1.1 можно использовать для сигнализации неисправности или отключенного состояния «ТСС-6» -заземления нейтрали через высокоомное сопротивление (HR_0)

Эквивалентный ток для защиты при 033 конкретного присоединения состоит из векторной суммы: активной составляющей I_a от «ТСС-6» и ёмкостной составляющей всей остальной сети, кроме тока защищаемого присоединения

$$I_0 = \sqrt{I_a^2 + (\sum I_c - I_c \text{ прис.})^2} \text{ , A}$$

Величина активной составляющей тока металлического 033 определяется из таблицы 1.

| Количество резисторов | R_{Δ} , Ом | I_a , А при 6,3кВ |
|-----------------------|-------------------|---------------------|
| 10 | 51 | 0,81 |
| 9 | 55,67 | 0,75 |
| 8 | 63,75 | 0,65 |
| 7 | 72,86 | 0,58 |
| 6 | 85 | 0,49 |
| 5 | 102 | 0,42 |

Для устойчивой работы защиты при 033 величина тока нулевой последовательности I_0 через ТТНП защищаемого присоединения должна быть

$$I_0 = K \times I_{cp.min}, \text{ где}$$

$K=2$, для защит при 033 коэффициент чувствительности $=2$.

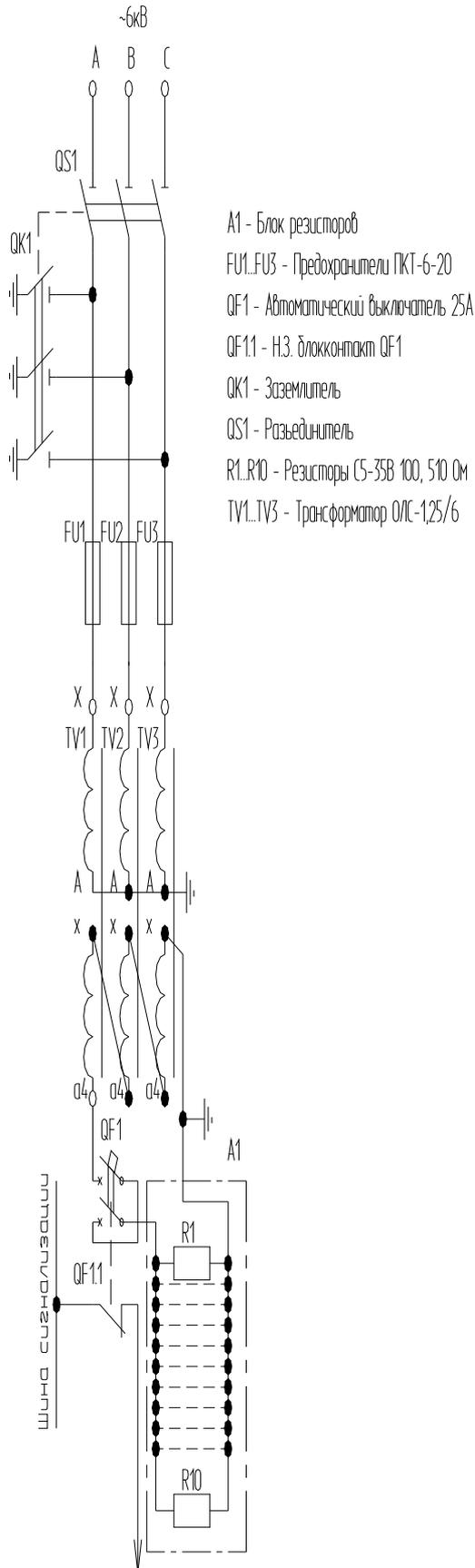
$I_{cp.min}$ минимальное значение тока срабатывания.

Для «Зеро» $I_0 \geq 2 \times 0,3 = 0,6 \text{ A}$.

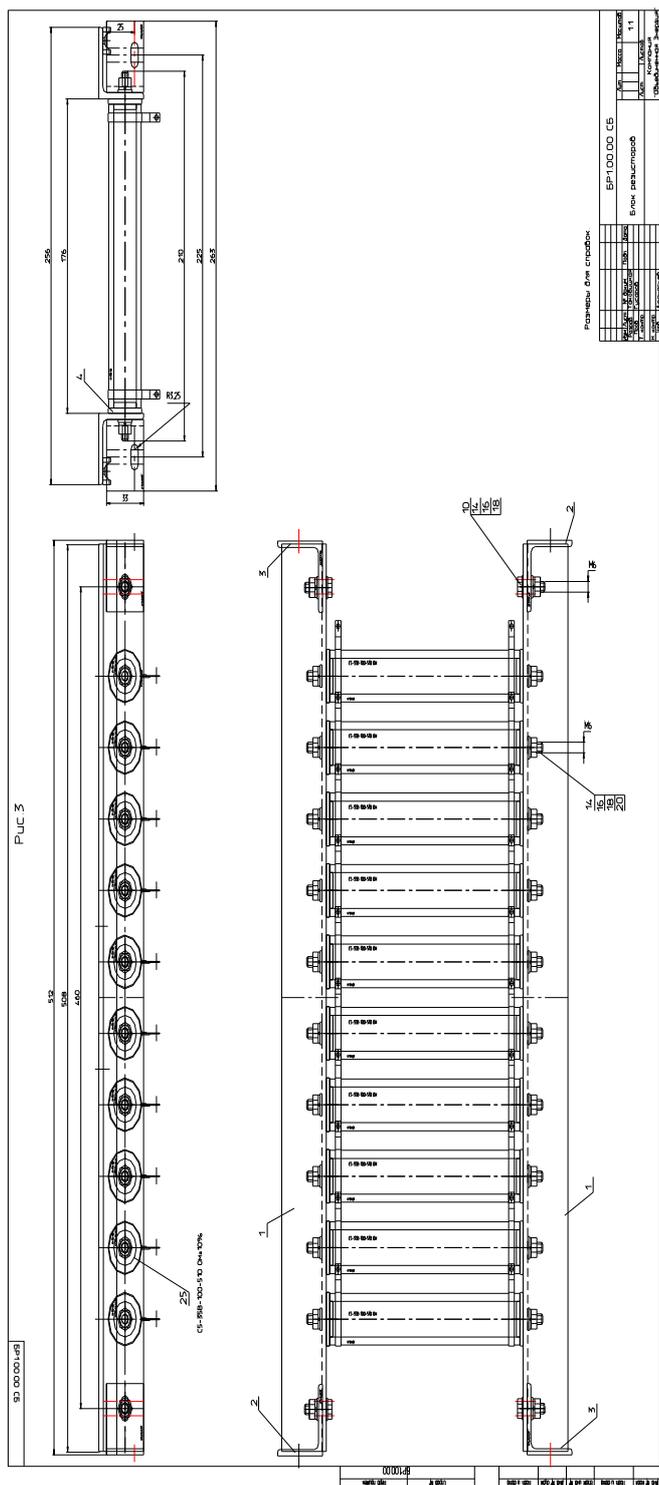
В комплекте «ТСС-6» блок резисторов состоит из 10 резисторов $R = 510 \text{ Ом}$, $P = 100 \text{ Вт}$ соединённых параллельно с эквивалентным сопротивлением 51 Ом.

В отличие от других видов защит при 033 комбинированная защита «Зеро» (ЗЗМ-У2) имеет одинаковую чувствительность по току I_0 как в сетях с изолированной, так и заземленной через NR_0 нейтрали.

Схема электрическая принципиальная
трансформатора стабилизации сети
ТСС-6



В цепи сигнализации подстанции "Неисправность ТСС-6"



10. Характерные неисправности и методы их устранения

Таблица 2

| № | Проявление неисправности | Возможные причины | Метод устранения |
|----|--|---|---|
| 1. | 1. Светодиод «Готовность» не светится. 2. «Готовность» светится | Нарушение цепей питания ~ 100В или отсутствуют напряжения -12, +12 или +5 В на элементах схемы. Процессор не работает: | Восстановить питание. * Заменить неисправные |

| | | | |
|----|---|---|--|
| | мигающим светом. | а) Неисправен кварц. б) Неисправна схема перезапуска. в) Поврежден микропроцессор или цепи его подключения. | элементы |
| 2. | Светодиод «Готовность» светится, но реле не срабатывает при подаче тестовых сигналов. | 1. Повреждены усилители или их цепи. 2. Поврежден микропроцессор. 3. Неисправно исполнительное реле или его цепи. | Проверить напряжения питания + 12 и – 12 В и сигналы на ножках усилителей. Заменить неисправные элементы. Восстановить цепи подключения. |
| 3. | При ОЗЗ в контролируемой зоне реле не срабатывает. Зона срабатывания по углу стала/ ср = L (100 ÷ 215) ⁰ . | Поврежден резистор 1 Ом на входе сигнала от ТНП (клеммы 4* и 5). Неисправны цепи подключения к ТНП или ТНП. | Заменить резистор 1 Ом в цоколе корпуса. Восстановить цепи подключения. |

* Замена микропроцессора возможна только на предприятии-изготовителе или под его контролем.

11. Консервация и упаковка

11.1. Консервация аппаратов производится в случаях предполагаемого длительного хранения в неблагоприятных условиях или по требованию заказчика и рассчитана на 24 месяца транспортирования и хранения. По истечении этого срока аппарат должен быть подвергнут переконсервации.

11.2. Переконсервации подвергаются все детали, ранее законсервированные. При расконсервации необходимо стереть чистой сухой ветошью пыль и загрязненную консервирующую смазку со всех частей аппарата.

11.3. При расконсервации использовать следующие материалы:

- бензин Б-70 ГОСТ 1012-72 (для очистки деталей от загрязнения);
- смазку марки ПВК ГОСТ 19537-74 или какую-либо иную, гарантирующую срок действия консервации 24 месяца. Смазка должна наноситься мягкой сухой ветошью без ворса.

11.4. Консервацию производить в помещении при температуре не ниже 15°C и относительной влажности воздуха не выше 70%. Изделие, подлежащее консервации, должно иметь такую же температуру. Резкие колебания температуры не допускаются, так как это может вызвать конденсацию влаги на консервируемой поверхности.

11.5. Последующую переконсервацию аппарата, не введенного в эксплуатацию, производить через каждые 24 мес. хранения.

11.6. До установки в эксплуатацию аппарат должен храниться в помещении в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха не ниже 1°C, при относительной влажности не более 80% и отсутствии в нем кислотных и других паров.

