



НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ**

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ СРАБАТЫВАНИЯ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОШИНОВОК 110-220 КВ,
реализованной на базе терминалов
«БРЕСЛЕР-0107.800», «БРЕСЛЕР-0107.801»

УДК 621.316.925

ББК 31.27-05

Печатается по решению Ученого совета НОУ ДПО «ИПК РЗА»

Научный редактор А.В. Булычев, д-р техн. наук, профессор

Рекомендации по выбору параметров срабатывания дифференциальной защиты ошинок 110-220 кВ, реализованной на базе терминалов «БРЕСЛЕР-0107.800», «БРЕСЛЕР-0107.801» / Васильев Д.С., Тарасова В.Н. – Чебоксары: ИПК РЗА, 2015. – 44 с.

Изложены рекомендации по выбору параметров срабатывания дифференциальной защиты ошинок 110-220 кВ серии «Бреслер-0107.80х», реализованной в устройствах ООО «НПП Бреслер». Кратко рассмотрены основные алгоритмы защиты, а также приведен пример расчета параметров срабатывания ДЗО.

Рекомендации предназначены для специалистов, работающих в области релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем.

УДК 621.316.925

ББК 31.27-05

© ИПК РЗА, 2015

Оглавление

1. Общие сведения	4
2. Выбор параметров срабатывания дифференциальной защиты ошинок с торможением. 5	
2.1. Начальный дифференциальный ток.....	7
2.2. Ток начала торможения	8
2.3. Коэффициент торможения.....	9
2.4. Проверка чувствительности ДЗО	10
2.5. Параметры срабатывания логики выявления внутренних коротких замыканий....	11
2.6. Выбор параметров срабатывания чувствительного токового органа	12
3. Выбор параметров срабатывания логики контроля исправности токовых цепей.....	13
4. Выбор параметров срабатывания логики запрета АПВ	14
5. Выбор параметров срабатывания таймеров логики ДЗО и запрета АПВ	16
6. Выбор параметров срабатывания УРОВ.....	17
7. Выбор параметров срабатывания логики опробования	19
8. Выбор параметров срабатывания логики выявления неисправности цепей напряжения ...	20
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример расчета защиты ошинок «Бреслер - 0107.80х»	21
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень измерительных органов и таймеров защиты ошинок «Бреслер - 0107.80х».....	38
Список литературы.....	43

В данном пособии приведены указания по выбору параметров срабатывания дифференциальной защиты ошинок 110-220 кВ, реализованной на базе терминалов «Бреслер-0107.800» (терминал дифференциальной защиты ошинок до 4 присоединений), «Бреслер-0107.801» (терминал дифференциальной защиты ошинок до 8 присоединений).

Данное пособие носит рекомендательный характер и предназначено для эксплуатационных организаций, а также может использоваться проектными организациями.

Более полная информация об устройствах дифференциальной защиты ошинок содержится в Руководствах по эксплуатации терминалов (БРСН.656122.801, БРСН.656122.800) и шкафов (БРСН.656453.801, БРСН.656453.800, БРСН.656453.800.800).

1. Общие сведения

В устройствах «Бреслер-0107.80х» реализованы следующие функции:

- дифференциальная защита ошинок с торможением, состоящая из двух дифференциальных зон («Бреслер-0107.801») или включающая в себя одну дифференциальную зону («Бреслер-0107.800»);
- чувствительные токовые органы (ЧТО);
- логику «очувствления» ДЗО;
- логику контроля исправности токовых цепей;
- логику УРОВ всех присоединений;
- логику запрета АПВ (включая логику запрета АПВ при неполнофазном отказе выключателя одного из питающих присоединений);
- логику ручного опробования всех присоединений.

Устройства «Бреслер-0107.80х» могут применяться для защиты ошинок схемы «мостик», «четырёхугольник», «полуторной» схемы, ошинок трансформатора и автотрансформатора и т.д.

Дифференциальная защита ошинок «Бреслер-0117.80х» выполнена однотерминальной.

2. Выбор параметров срабатывания дифференциальной защиты ошиновок с торможением

Дифференциальная защита ошиновок «Бреслер-0107.801» включает в себя две независимые дифференциальные зоны (1 с.ш. и 2 с.ш.) с жесткой фиксацией присоединений; ДЗО, реализованная в устройстве «Бреслер-0107.800», имеет одну дифференциальную зону. На этапе настройки защиты задается тип фиксации каждого присоединения (согласно 2.5.1 Руководств БРСН.656122.801, БРСН.656122.800), таким образом, определяются присоединения, входящие в дифференциальные зоны 1 с.ш. и 2 с.ш., а также количество присоединений, введенных в работу.

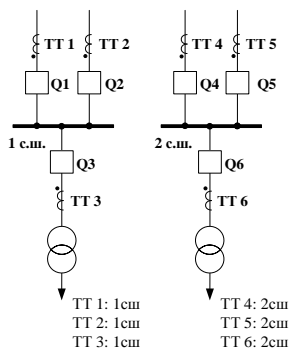


Рис. 2.1 – Пример задания конфигурации присоединений

Защита непрерывно выполняет считывание токов присоединений, а также расчет дифференциальных и тормозных токов дифференциальных зон. В устройствах «Бреслер-0107.80х» реализовано цифровое выравнивание токов плеч, т.е. защита позволяет выполнять подключение к вторичным цепям ТТ с различными коэффициентами трансформации без использования промежуточных трансформаторов.

Мгновенный дифференциальный ток 1 с.ш. (2 с.ш.) вычисляется как модуль суммы мгновенных приведенных значений токов присоединений, зафиксированных за 1 с.ш. (2 с.ш.) с учетом знака:

$$i_{\text{диф}} = \left| \sum_{k=1}^n i_k \right|,$$

где n – общее количество присоединений, входящих в дифференциальную зону 1 с.ш. (2 с.ш.).

В рассматриваемом примере (рисунок 2.1) дифференциальные токи 1 с.ш. и 2 с.ш. равны

$$i_{\text{диф}1\text{сш}} = |i_{\text{ТТ}1} + i_{\text{ТТ}2} + i_{\text{ТТ}3}|,$$

$$i_{\text{диф}2\text{сш}} = |i_{\text{ТТ}4} + i_{\text{ТТ}5} + i_{\text{ТТ}6}|.$$

На рисунке 2.2 показано направление токов в присоединениях при внешнем (К1) и внутреннем (К2) коротком замыкании.

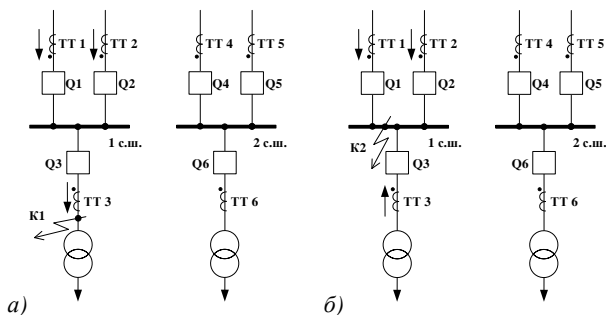


Рис. 2.2 – Направление токов в ТТ присоединений

а) при внешнем коротком замыкании (К1);

б) при внутреннем коротком замыкании на 1 с.ш. (К2)

При К1 дифференциальный ток 1 с.ш. равен

$$i_{\text{диф}1\text{сш}} = |i_{\text{ТТ}1} + i_{\text{ТТ}2} - i_{\text{ТТ}3}| = 0.$$

При К2 (К3 на защищаемом участке ошиновки) дифференциальный ток 1 с.ш. равен

$$i_{\text{диф}1\text{сш}} = |i_{\text{ТТ}1} + i_{\text{ТТ}2} + i_{\text{ТТ}3}|.$$

Таким образом, при внешнем КЗ дифференциальный ток равен нулю, наличие же дифференциального тока свидетельствует о внутреннем КЗ. Однако при насыщении сердечника трансформатора тока вследствие внешнего КЗ в измерительных цепях ДЗО появляется ток небаланса, который может привести к ложному срабатыванию защиты. Для решения этой проблемы в ДЗО реализован алгоритм торможения током $i_{\text{торм}}$ (увеличение тока срабатывания защиты при увеличении $i_{\text{торм}}$).

Мгновенный тормозной ток 1 с.ш. (2 с.ш.) равен полусумме модулей мгновенных приведенных токов присоединений, участвующих в расчете дифференциального тока 1 с.ш. (2 с.ш.):

$$i_{\text{торм}} = 0,5 \cdot \sum_{k=1}^n |i_k|,$$

где n – общее количество присоединений, входящих в дифференциальную зону 1 с.ш. (2 с.ш.).

При К1 (внешнем коротком замыкании) тормозной ток 1 с.ш. равен

$$i_{\text{торм1сш}} = 0,5 \cdot (|i_{\text{ТТ1}}| + |i_{\text{ТТ2}}| + |-i_{\text{ТТ3}}|) = 0,5 \cdot (|i_{\text{ТТ1}}| + |i_{\text{ТТ2}}| + |i_{\text{ТТ3}}|).$$

При К2 (внутреннем КЗ) тормозной ток 1 с.ш. равен

$$i_{\text{торм1сш}} = 0,5 \cdot (|i_{\text{ТТ1}}| + |i_{\text{ТТ2}}| + |i_{\text{ТТ3}}|).$$

Тормозная характеристика ДЗО имеет вид, приведенный на рисунке 2.3.

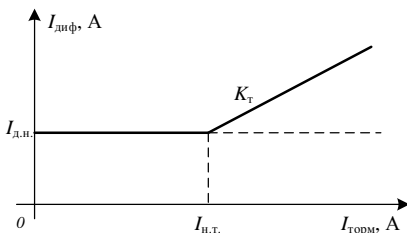


Рис. 2.3 – Тормозная характеристика ДЗО

По оси абсцисс отложен тормозной ток, а по оси ординат – дифференциальный. Угол наклона характеристики на первом участке равен нулю, уровень срабатывания задается величиной начального дифференциального тока $I_{\text{д.н.}}$. Второй участок имеет наклон, определяемый коэффициентом торможения K_T . Величина тормозного тока $I_{\text{н.т.}}$ задает начало торможения.

Измерительные органы с торможением 1 с.ш. и 2 с.ш. задаются независимо.

2.1. Начальный дифференциальный ток

Величина срабатывания измерительного органа по начальному дифференциальному току $I_{\text{д.н.}}$ должна выбираться исходя из токов небаланса, возникающих при возможном обрыве цепей тока [1, глава 2.А]:

$$I_{д.н.1сш} \geq K_{отс} \cdot I_{макс1сш},$$

где $K_{отс}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,2 о.е.;

$I_{макс1сш}$ – наибольший из максимальных рабочих токов присоединений, включенных в дифференциальную зону 1 с.ш. (2 с.ш.), А.

Величину $I_{д.н.}$ следует выбирать с учетом выравнивания токов плеч (прим. 1).

Примечание 1

Расчет параметров срабатывания защиты, приведенный в разделе 2 настоящих Рекомендаций, производится во вторичных величинах, приведенных к одному уровню (выравнивание токов плеч):

$$I_{уст} = I_{втор} \frac{K_{ТТприс}}{K_{ТТбаз}},$$

где $I_{уст}$ – искомая величина тока (ток срабатывания измерительного органа), А;

$I_{втор}$ – вторичное значение тока присоединения, А;

$K_{ТТприс}$ – коэффициент трансформации ТТ присоединения, о.е.;

$K_{ТТбаз}$ – коэффициент трансформации ТТ базового присоединения, о.е.

За базовое принимается присоединение с наибольшим коэффициентом трансформации ТТ.

Примечание 2

Параметры срабатывания ДЗО для 1 с.ш. и 2 с.ш. задаются независимо.

2.2. Ток начала торможения

Ток начала торможения задается в амперах и выбирается из диапазона $(1,00 \div 2,00)I_{ном}$. Выбранное значение начального тока торможения $I_{нт}$ необходимо проверить по условию требуемой чувствительности согласно 2.4.

2.3. Коэффициент торможения

Коэффициент торможения K_T на втором участке тормозной характеристики (рис. 2.3) определяется условием отстройки от тока небаланса в переходном режиме при внешнем коротком замыкании:

$$K_{T1сш} \geq \frac{K_{отс} \cdot I_{неб.расч.1сш} - I_{д.н.1сш}}{I_{торм.расч.1сш} - I_{н.т.1сш}},$$

где $K_{отс}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,5 о.е.;

$I_{неб.расч.1сш}$ – максимальный расчетный ток небаланса 1 с.ш. (2 с.ш.)

при расчетном внешнем КЗ, А;

$I_{д.н.1сш}$ – начальный дифференциальный ток срабатывания 1 с.ш. (2 с.ш.), А;

$I_{торм.расч.1сш}$ – расчетный тормозной ток 1 с.ш. (2 с.ш.) при расчетном внешнем КЗ, А;

$I_{н.т.1сш}$ – принятое значение тока начала торможения 1 с.ш. (2 с.ш.), А.

При расчетах следует учитывать выравнивание токов плеч (прим. 1).

Значение максимального расчетного тока небаланса при внешнем КЗ можно найти по формуле:

$$I_{неб.расч.1сш} = (K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon + \Delta f_{выр}) \cdot I_{maxКЗ1сш},$$

где $K_{пер}$ – коэффициент, учитывающий апериодическую составляющую тока в переходном режиме, выбирается из диапазона (1,00÷2,00) о.е.;

$K_{одн}$ – коэффициент однотипности, принимается равным 1 о.е. при использовании разнотипных ТТ или 0,5 о.е. при использовании однотипных примерно одинаково нагруженных ТТ;

ε – относительное значение полной погрешности ТТ, принимается равным 0,10 о.е. при условии, если сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ не превышает допустимой величины, которая определяется по кривым предельной кратности ТТ;

$\Delta f_{выр}$ – относительное значение токовой погрешности в измерительных цепях терминала, принимается равной 0,03 о.е.;

$I_{\max\text{КЗ1сш}}$ – максимальное значение тока 1 с.ш. (2 с.ш.) при металлическом внешнем КЗ, А.

Значение тормозного тока при расчетном внешнем КЗ рекомендуется рассчитывать по следующей формуле:

$$I_{\text{торм.расч.1сш}} = (1 - 0,5(K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}})) \cdot I_{\max\text{КЗ1сш}},$$

где $K_{\text{пер}}$ – коэффициент, учитывающий аperiodическую составляющую тока в переходном режиме, выбирается из диапазона (1,00÷2,00) о.е.;

$K_{\text{одн}}$ – коэффициент однотипности, принимается равным 1 о.е. (0,5 о.е.);

ε – относительное значение полной погрешности ТТ, принимается равным 0,10 о.е.;

$\Delta f_{\text{выр}}$ – относительное значение токовой погрешности в измерительных цепях терминала, принимается равной 0,03 о.е.;

$I_{\max\text{КЗ1сш}}$ – максимальное значение тока 1 с.ш. (2 с.ш.) при металлическом внешнем КЗ, А.

При расчетах следует учитывать выравнивание токов плеч (прим. 1).

2.4. Проверка чувствительности ДЗО

Проверка чувствительности ДЗО должна проводиться при расчетном виде КЗ на защищаемом участке ошиновки.

Коэффициент чувствительности вычисляется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\min\text{КЗ1сш}}}{I_{\text{д.н.1сш}} + K_{\text{т1сш}} (I_{\text{торм.расч.1сш}*} - I_{\text{н.т.1сш}})},$$

где $I_{\min\text{КЗ1сш}}$ – минимальное значение фазного тока 1 с.ш. (2 с.ш.) при внутреннем КЗ (на защищаемом участке ошиновки), А;

$I_{\text{д.н.1сш}}$ – начальный дифференциальный ток 1 с.ш. (2 с.ш.), А;

$K_{\text{т1сш}}$ – коэффициент торможения, рассчитанный для 1 с.ш. (2 с.ш.), см. 2.3;

$I_{\text{торм.расч.1сш}*}$ – расчетный тормозной ток 1 с.ш. (2 с.ш.) при расчетном внутреннем КЗ, А;

$I_{н.т.1сш}$ – принятое значение тока начала торможения 1 с.ш. (2 с.ш.), А.

При расчетах следует учитывать выравнивание токов плеч (прим. 1).

Значение тормозного тока при расчетном внутреннем КЗ рекомендуется рассчитывать по следующей формуле:

$$I_{\text{торм.расч.1сш}^*} = 0,5 \cdot I_{\text{minКЗ1сш}} \cdot K_c,$$

где $I_{\text{minКЗ1сш}}$ – минимальное значение фазного тока 1 с.ш. (2 с.ш.) при внутреннем КЗ;

K_c – коэффициент сонаправленности. Если токи присоединений при внутреннем коротком замыкании сонаправлены, то тормозной ток равен половине тока короткого замыкания. Однако в случае, если токи присоединений имеют некоторую разность фаз относительно друг друга, то значение тормозного тока становится больше половины тока КЗ. Коэффициент сонаправленности K_c учитывает расхождение токов, протекающих в ТТ присоединений, и выбирается из диапазона (1,00÷1,50) о.е.

При расчетах следует учитывать выравнивание токов плеч (прим. 1).

Значение коэффициента чувствительности $K_{\text{ч}}$ должно быть не менее 2 [3, 3.2.21]. Если рассчитанный коэффициент $K_{\text{ч}} < 2$, то следует увеличить значение начального тормозного тока (как показано в 2.2) и повторить расчет коэффициента чувствительности.

2.5. Параметры срабатывания логики выявления внутренних коротких замыканий

В защите заложено несколько критериев выявления внутреннего короткого замыкания: быстродействующий критерий, критерий выявления внутреннего КЗ по форме дифференциального тока и медленнодействующий критерий (более подробно в 2.5.7, 2.5.8 и 2.5.9 Руководств БРСН.656122.801, БРСН.656122.800).

Параметры срабатывания измерительных органов ДЗО с торможением выбираются согласно 2.1, 2.2, 2.3 и 2.4 настоящих Рекомендаций.

Величина срабатывания измерительного органа производной тормозного тока $d\text{торм}_1\text{сш}$ ($d\text{торм}_2\text{сш}$) выбирается в относительных

единицах от номинального тока, и ее рекомендуемое значение составляет $1,5 I_{\text{ном}}$.

Таймер, определяющий время ввода блокировки быстродействующего и медленнодействующего критерия при выявлении внешнего замыкания Тблок_БО_1сш (Тблок_БО_2сш), выбирается из условия отстройки от времени насыщения измерительных трансформаторов тока. Рекомендуемое значение таймера составляет 150 мс.

Значение величины срабатывания измерительного органа, контролирующего отношение уровня второй гармоники дифференциального тока к первой, выбирается из диапазона (0,10÷0,30) о.е. Рекомендуемое значение параметра составляет 0,2 о.е.

2.6. Выбор параметров срабатывания чувствительного токового органа

Чувствительный токовый орган (ЧТО) выполнен в виде трех реле, включенных на соответствующие фазные дифференциальные токи 1 с.ш. (2 с.ш.). ЧТО используется для повышения чувствительности защиты, когда чувствительности измерительных органов с торможением может быть недостаточно: в цикле АПВ, после каждого срабатывания измерительных органов с торможением, при ручном опробовании [2, глава 6].

Величина срабатывания ЧТО ($I_{\text{ЧТО}_1\text{сш}}$, $I_{\text{ЧТО}_2\text{сш}}$) выбирается из двух условий:

– отстройка от небаланса при самозапуске двигателей

$$I_{\text{ЧТО}_1\text{сш}} \geq K_{\text{отс}} \cdot (K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}}) \cdot K_{\text{с/3}} \cdot I_{\text{макс}} 1\text{сш}$$

где $K_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,2 о.е.;

$K_{\text{с/3}}$ – коэффициент самозапуска; $K_{\text{с/3}}$ вводится для учета увеличения тока в условиях самозапуска двигателей нагрузки, выбирается из диапазона (1,20÷2,50) о.е.

$K_{\text{пер}}$ – коэффициент, учитывающий апериодическую составляющую тока в переходном режиме, принимается равным 1 о.е.;

$K_{\text{одн}}$ – коэффициент однотипности, принимается равным 1 о.е. (0,5 о.е.);

ε – относительное значение полной погрешности ТТ, принимается равным 0,10 о.е.;

$\Delta f_{\text{выр}}$ – относительное значение погрешности выравнивания, принимается равным 0,03 о.е.;

$I_{\text{максг1сш}}$ – наибольший из максимальных рабочих токов присоединений, включенных на 1 с.ш., А.

– обеспечение чувствительности при внутреннем КЗ с минимальным током

$$I_{\text{ЧТО_1сш}} \leq \frac{I_{\text{minкЗ1сш}}}{K_{\text{ч}}},$$

где $I_{\text{minкЗ1сш}}$ – минимальное значение тока внутреннего короткого замыкания, А;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент чувствительности, принимается равным 1,5 о.е. [3, 3.2.21];

При расчетах следует учитывать выравнивание токов плеч (прим. 1).

3. Выбор параметров срабатывания логики контроля исправности токовых цепей

Для выявления неисправностей в цепях тока ТТ (замыкания, обрывы) предусмотрены шесть измерительных органов, контролирующих действующие значения дифференциальных токов 1 с.ш. и 2 с.ш. («Обрыв_1сш_А», «Обрыв_1сш_В», «Обрыв_1сш_С», «Обрыв_2сш_А», «Обрыв_2сш_В», «Обрыв_2сш_С»).

Токи срабатывания органов контроля исправности токовых цепей выбираются по условию отстройки от небаланса в нагруженном режиме:

$$I_{\text{обрыв_1сш}} \geq K_{\text{отс}} \left(K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}} \right) \cdot I_{\text{максг1сш}},$$

где $K_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,2 о.е.;

$K_{\text{пер}}$ – коэффициент, учитывающий апериодическую составляющую тока в переходном режиме, выбирается из диапазона (1,00÷2,00) о.е.;

$K_{\text{одн}}$ – коэффициент однотипности, принимается равным 1 о.е. (0,5 о.е.);

ε – относительное значение полной погрешности ТТ, принимается равным 0,10 о.е.;

$\Delta f_{\text{выр}}$ – относительное значение погрешности выравнивания, принимается равным 0,03 о.е.;

$I_{\text{максг1сш}}$ – наибольший из максимальных рабочих токов присоединений, включенных в дифференциальную зону 1 с.ш (2 с.ш.), А.

При расчетах следует учитывать выравнивание токов плеч (прим. 1).

Выдержка времени на срабатывание контроля токовых цепей Тср_обр_1сш (Тср_обр_2сш) выбирается по условию отстройки от режимов, связанных с протеканием токов небаланса:

$$T_{\text{ср_обр_1сш}} = t_{\text{неб}} + t_{\text{зап}},$$

где $t_{\text{неб}}$ – максимально возможное время существования режима, сопровождающегося токами небаланса (внешнего КЗ или качаний); при выборе времени $t_{\text{неб}}$ необходимо учитывать также время протекания тока небаланса при возможном отказе выключателей;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 500 мс.

4. Выбор параметров срабатывания логики запрета АПВ

Сигнал запрета АПВ при неполнофазном отказе выключателя формируется в бестоковую паузу при наличии напряжения на отключенном участке ошиновки. Этот факт фиксируется при срабатывании измерительного органа, контролирующего наличие напряжения обратной последовательности «U2_1сш» («U2_2сш»), или измерительного органа, контролирующего максимальное фазное напряжение «Uфмакс_1сш» («Uфмакс_2сш»).

Величину срабатывания измерительного органа по напряжению обратной последовательности следует отстраивать от напряжения небаланса и напряжения несимметрии по обратной последовательности:

$$U_{2_1сш} \geq K_{\text{зап}} \cdot K_{\text{н}} \cdot (U_{2\text{неб}} + U_{2\text{несим}}),$$

где $K_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса, принимается равным 2,0 о.е.;

K_n – коэффициент надежности, принимается равным 1,5 о.е.;

$U_{2\text{неб}}$ – напряжение небаланса обратной последовательности, выбирается из диапазона $(0,01 \div 0,02)U_{\text{ном ф}}$ (прим. 3), где $U_{\text{ном ф}}$ – номинальное фазное напряжение ТН;

$U_{2\text{несим}}$ – напряжение несимметрии обратной последовательности, принимается равным $0,035 U_{\text{ном ф}}$.

Срабатывание измерительного органа прямой последовательности фиксируется при превышении фазным напряжением величины, равной $0,3 U_{\text{ном ф}}$.

Примечание 3

Величины срабатывания измерительных органов по напряжению задаются в относительных единицах от номинального напряжения:

$$U_{\text{уст}} = \frac{U_{\text{втор}}}{U_{\text{ном т}}},$$

где $U_{\text{уст}}$ – искомая величина напряжения (напряжение срабатывания измерительного органа), о.е.;

$U_{\text{втор}}$ – величина напряжения во вторичных величинах, В;

$U_{\text{ном т}}$ – номинальное напряжение, задаваемое в файле настроек ДЗО.

Величину номинального напряжения $U_{\text{ном т}}$ в файле настроек ДЗО следует выбирать исходя из номинального напряжения вторичных цепей ТН. В частности, при выборе параметров входного аналогового сигнала, соответствующего фазному напряжению, $U_{\text{ном т}}$ задается равным $\frac{100}{\sqrt{3}}$ В; для сигнала, соответствующего междуфазному напряжению, $U_{\text{ном т}}$ составляет 100 В.

Примечание 4

Параметры срабатывания токовых измерительных органов, расчет которых приведен в разделах 6 и 7, задаются в относительных единицах от номинального тока:

$$I_{\text{уст}} = \frac{I_{\text{втор}}}{I_{\text{ном т}}},$$

где $I_{\text{уст}}$ – искомая величина тока (ток срабатывания измерительного органа), о.е.;

$I_{\text{втор}}$ – величина тока во вторичных величинах, А;

$I_{\text{ном т}}$ – номинальный ток, задаваемый в файле настроек ДЗО.

Значение $I_{\text{ном т}}$ выбирается равным по величине номинальному вторичному току ТТ присоединений, входящих в зону ДЗО (1 А или 5 А).

5. Выбор параметров срабатывания таймеров логики ДЗО и запрета АПВ

Для надежного отключения при срабатывании ДЗО используется режим «очувствления»: запоминается срабатывание измерительных органов ДЗО с торможением с помощью таймеров «Тфикс_ДЗО_1сш» («Тфикс_ДЗО_2сш»); при наличии факта срабатывания измерительных органов ДЗО с торможением действие на отключение подхватывается от ЧТО. Время таймеров «Тфикс_ДЗО_1сш» («Тфикс_ДЗО_2сш») выбирается гарантированно больше, чем полное время операций отключения выключателя (с учетом времени срабатывания защиты), бестоковой паузы, включения выключателя:

$$T_{\text{фикс_ДЗО}} = t_{\text{сраб_ДЗО}} + t_{\text{откл}} + t_{\text{АПВ_медл}} + t_{\text{вкл}} + t_{\text{зап}},$$

где $t_{\text{сраб_ДЗО}}$ – время срабатывания выходных реле ДЗО, принимается равным 20 мс;

$t_{\text{откл}}$ – время отключения выключателей, принимается равным наибольшему из времен отключения всех выключателей 1 с.ш. (2 с.ш.), мс;

$t_{\text{АПВ_медл}}$ – наибольшее время АПВ выключателей, мс;

$t_{\text{вкл}}$ – время включения выключателя, включаемого последним, мс;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 500 мс.

Таймер «Тср_наАПВ_1сш» («Тср_наАПВ_2сш») используется для обеспечения готовности логики выявления неуспешного АПВ и логики выявления неполнофазного отказа выключателя; таймер выбирается по

условию обеспечения готовности логики в бестоковую паузу. Таким образом, время «Тср_наПВ_1сш» («Тср_наПВ_2сш») выбирается по следующим условиям:

$$\begin{cases} T_{\text{ср_наПВ_1сш}} \geq t_{\text{сраб_ДЗШ}} + t_{\text{откл}} + t_{\text{зап}}; \\ T_{\text{ср_наПВ_1сш}} < t_{\text{АПВ_перв}}, \end{cases}$$

где $t_{\text{сраб_ДЗШ}}$ – время срабатывания выходных реле ДЗО, принимается равным 20 мс;

$t_{\text{откл}}$ – время отключения выключателей, принимается равным наибольшему из времен отключения всех выключателей 1 с.ш. (2 с.ш.), мс;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, мс,

$t_{\text{АПВ_перв}}$ – время АПВ выключателя, включаемого первым на 1 с.ш. (2 с.ш.), мс.

Если введена логика запрета АПВ при неполнофазном отказе выключателя, то при наличии напряжения на отключенной шине через ВВС «Тср_запрАПВU1сш» («Тср_запрАПВU2сш») формируется сигнал запрета АПВ. Выдержка времени «Тср_запрАПВU1сш» («Тср_запрАПВU2сш») выбирается из диапазона $(30 \div (t_{\text{АПВ_перв}} - t_{\text{зап}}))$ мс, где $t_{\text{АПВ_перв}}$ – время АПВ выключателя 1 с.ш. (2 с.ш.), включаемого первым; $t_{\text{зап}}$ – время запаса, мс.

6. Выбор параметров срабатывания УРОВ

В терминалах «Бреслер-0107.80х» реализована логика УРОВ, предназначенная для отключения присоединений, подпитывающих место короткого замыкания, в случае отказа одного из выключателей.

Алгоритм защиты поддерживает централизованный и индивидуальный УРОВ. Ввод логики индивидуального УРОВ возможен для каждого из присоединений.

Измерительные органы «I_УРОВПр№» («№») в названиях измерительных органов означает номер присоединения), контролирующие фазные токи присоединений, используются в логике защиты для разрешения действия УРОВ, фиксации срабатывания централизованного УРОВ, а также для обеспечения возврата схемы УРОВ.

Величина параметра «I_УРОВПр№» выбирается из диапазона $(0,05 \div 0,10) I_{\text{ном}}$; токи срабатывания этих измерительных органов задаются в относительных единицах (прим. 4).

В отдельных случаях вводится условие отстройки от емкостных токов линии [4, глава 4]:

$$I_{\text{УРОВ_Пр№}} \geq \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{в}}} \cdot I_{\text{емк}},$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент надежности, принимается равным 1,5 о.е.;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент возврата, принимается равным 0,9 о.е.;

$I_{\text{емк}}$ – относительное значение максимального емкостного тока, о.е.

Сигнал срабатывания УРОВ каждого из присоединений формируется с выдержкой времени на срабатывание «T_{ср_УРОВПр№}», величина которой выбирается из условий отстройки от времени отключения исправного выключателя

$$T_{\text{ср_УРОВПр№}} = t_{\text{махоТКЛВ}} + t_{\text{вУРОВ}} + t_{\text{зап}},$$

где $t_{\text{махоТКЛВ}}$ – полное время отключения выключателя рассматриваемого присоединения; при выборе этого таймера необходимо учитывать не только собственное время отключения выключателя, но и время срабатывания промежуточного реле или контактора, если действие на электромагнит отключения выключателя производится только через него;

$t_{\text{вУРОВ}}$ – максимальное время возврата ИО тока УРОВ соответствующего присоединения, принимается равным 20 мс;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 100 мс.

При вводе действия УРОВ на собственный выключатель сигнал отключения выключателя каждого присоединения формируется с выдержкой времени «T_{ср_УРОВсвойПр№}», по умолчанию таймер принимается равной 10 мс.

Выдержка времени «T_{в_пуск_УРОВПр№}» обеспечивает продление сигнала пуска УРОВ присоединения при пропадании условий его появления. Таймер «T_{в_пуск_УРОВПр№}» выбирается из диапазона

(0,00÷0,50) с и должна быть больше, чем задержка на срабатывание УРОВ «Тср_УРОВПр№»:

$$T_{\text{впуск_УРОВПр№}} = T_{\text{ср_УРОВПр№}} + t_{\text{зап}},$$

где $t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 100 мс.

7. Выбор параметров срабатывания логики опробования

Алгоритм защиты предусматривает возможность ручного опробования шин от любого из присоединений. Поданная в режиме опробования команда «РКВ» любого из выключателей запускает режим опробования соответствующего выключателя на время, определяемое таймером «Ти_опроб».

Величина таймера «Ти_опроб» выбирается из условия отстройки от максимального времени операций включения выключателя, срабатывания ДЗО и отключения выключателя, которым производится опробование:

$$T_{\text{и_опроб}} = t_{\text{вклВ}} + t_{\text{срДЗО}} + t_{\text{отклВ}} + t_{\text{зап}},$$

$t_{\text{вклВ}}$ – время включения опробуемого выключателя, мс;

$t_{\text{срДЗО}}$ – время срабатывания ДЗО, принимается равным 10 мс;

$t_{\text{отклВ}}$ – время отключения опробуемого выключателя, мс;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 500 мс.

Отключение выключателя в режиме опробования может производиться по одному из критериев, определяемому переключателем «Опроб_Пр№»: по срабатыванию ДЗО, по срабатыванию ЧТО, по срабатыванию дополнительного реле тока «I_опробПр№».

Ток срабатывания измерительного органа «I_опробПр№» выбирается из условия обеспечения чувствительности при внутреннем КЗ с минимальным током

$$I_{\text{опробПр№}} \leq \frac{I_{\text{minКЗ}}}{K_{\text{ч}}},$$

где $I_{\text{minКЗ}}$ – минимальное значение тока внутреннего КЗ, протекающего в ТТ присоединения, А;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент чувствительности, принимается равным 2 о.е.

Величину тока срабатывания необходимо пересчитать относительно номинального тока, задаваемого в файле настроек ДЗО, согласно прим. 4.

8. Выбор параметров срабатывания логики выявления неисправности цепей напряжения

Защита контролирует исправность цепей напряжения. При срабатывании измерительного органа, контролирующего напряжения обратной последовательности («U2_сш1», «U2_сш1»), или измерительного органа, контролирующего минимальные фазные напряжения («Uфмин_1сш», «Uфмин_2сш») через ВВС «Тср_неиспр_U», формируется сигнал о неисправности цепей напряжения.

Величины срабатывания измерительных органов минимального фазного напряжения «Uфмин_1сш», «Uфмин_2сш» выбираются гарантированно меньше минимального рабочего напряжения на шинах. По умолчанию напряжение срабатывания задается равным $0,4 U_{\text{номф}}$ (прим. 3).

Величина таймера «Тср_неиспр_U» выбирается по условию отстройки от времени длительного снижения напряжения на шинах. Время срабатывания выбирается из диапазона (5,00÷30,00) с.

Выбор напряжения срабатывания измерительных органов напряжения обратной последовательности «U2_сш1», «U2_сш2» описан в разделе 4 настоящих Рекомендаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример расчета защиты ошинок «Бреслер - 0107.80х»

В настоящем разделе приведен расчет параметров срабатывания дифференциальной защиты ошинок «Бреслер-0107.80х» на примере подстанции, схема которой приведена на рисунке А.1.

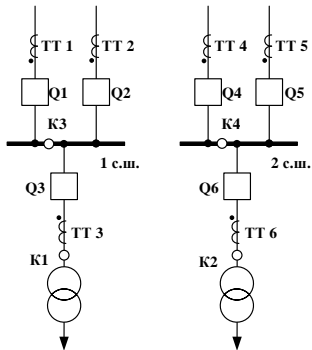


Рис. А.1 – Схема подстанции

В логике терминала присоединения конфигурируются следующим образом:

ТТ 1, ТТ 2, ТТ 3: «1 с.ш.»,

ТТ 4, ТТ 5, ТТ 6: «2 с.ш.».

В таблицах А.1, А.2 и А.3 приведены исходные данные по расчету параметров срабатывания ДЗО:

Таблица А.1

№ Присоед.	1	2	3	4	5	6
$K_{ТТ}$	600/5	600/5	300/5	600/5	600/5	300/5
Дифференциальная зона	+1 с.ш.	+1 с.ш.	+1 с.ш.	+2 с.ш.	+2 с.ш.	+2 с.ш.
Максимальный нагрузочный ток $I_{\max \text{нг пр} \text{№}}, \text{ А}$	230	380	150	260	370	110
Максимальный ток в ТТ присоед-ия при внутр. КЗ $I_{\max \text{КЗ пр} \text{№}}, \text{ А}$	1100	1200	800	1050	1250	800

Примечание

В таблице указаны фактические номера ТТ как номера присоединений.

В графе «Дифференциальная зона» таблиц А.1 и А.2 указано, в какую дифференциальную зону (1 с.ш. или 2 с.ш.) и с каким знаком входит ток присоединения. В данном случае за положительное принято направление тока из линии в шины.

Таблица А.2

Дифференциальная зона	1 с.ш.	2 с.ш.
Расчетная точка внешн. КЗ с максимальным током	К1	К2
Максимальный ток при внешнем КЗ, А	2300	2300
Расчетная точка внутр. КЗ с минимальным током	К3	К4
Минимальный ток при внутреннем КЗ, А	1991,86	1991,86

Примечание

Расчетным видом КЗ с максимальным током принято трехфазное короткое замыкание; расчетным видом КЗ с минимальным током принято междуфазное короткое замыкание в минимальном режиме. В приведенном примере использованы упрощенные расчеты токов КЗ.

Максимальные значения тока внешнего КЗ 1 с.ш. и 2 с.ш. можно найти следующим образом:

$$I_{\max KЗ1 сш} = I_{\max KЗ}^{(3)} - I_{\max KЗпр3} = 3100 - 800 = 2300 \text{ А,}$$

$$I_{\max KЗ2 сш} = I_{\max KЗ}^{(3)} - I_{\max KЗпр5} = 3100 - 800 = 2300 \text{ А,}$$

где $I_{\max KЗ}^{(3)} = 3100 \text{ А}$ – максимальный ток трехфазного КЗ.

Точки К1, К2, К3 и К4 выбраны расчетными точками коротких замыканий для 1 с.ш. и 2 с.ш. в частном случае, рассматриваемом в приведенном примере.

Расчет параметров срабатывания ДЗО необходимо рассчитывать с учетом выравнивания токов плеч (примечание 1). За базовый принят коэффициент трансформации 600/5, т.о., $K_{ТТбаз} = 120 \text{ о.е.}$

Нагрузочный ток присоединения 3 в результате выравнивания примет значение:

$$I_{\text{пр}3} = I_{\text{вторпр}3} \frac{K_{\text{ТТпр}3}}{K_{\text{ТТбаз}}} = \frac{I_{\text{первичпр}3}}{K_{\text{ТТпр}3}} \cdot \frac{K_{\text{ТТпр}3}}{K_{\text{ТТбаз}}} = \frac{150}{60} \cdot \frac{60}{120} = 1,25 \text{ о.е.}$$

Значения нагрузочных токов присоединений приведены в таблице А.3.

Таблица А.3

№ Присоед.	1	2	3	4	5	6
К _{ТТ}	600/5	600/5	300/5	600/5	600/5	300/5
Максимальный нагрузочный ток, А	230	380	150	260	370	110
Приведенное значение тока, А втор.	1,92	3,17	1,25	2,17	3,08	0,92

- Начальный дифференциальный ток 1 с.ш. и 2 с.ш. (раздел 2.1):

$$I_{\text{д.н.1сш}} \geq K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{маxnг1сш}}, \quad I_{\text{д.н.1сш}} = K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{нгпр}2} = 1,2 \cdot 3,17 = 3,80 \text{ А},$$

$$I_{\text{д.н.2сш}} \geq K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{маxnг2сш}}, \quad I_{\text{д.н.2сш}} = K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{нгпр}5} = 1,2 \cdot 3,08 = 3,70 \text{ А},$$

где $K_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,2 о.е.;

$I_{\text{маxnг1сш}}, I_{\text{маxnг2сш}}$ – наибольший из максимальных рабочих токов присоединений, включенных в дифференциальную зону 1 с.ш. (2 с.ш.).

- Ток начала торможения (раздел 2.2)

Начальный ток торможения 1 с.ш. и 2 с.ш. выбирается равным 1 $I_{\text{ном}}$, т.е.

$$I_{\text{н.т.1сш}} = 5 \text{ А}, \quad I_{\text{н.т.2сш}} = 5 \text{ А}.$$

Если при выбранном значении начального тормозного тока ДЗО не удовлетворяет требованиям чувствительности, то значение $I_{\text{н.т.}}$ следует увеличивать до 2 $I_{\text{ном}}$ с шагом 0,1 $I_{\text{ном}}$.

- Коэффициент торможения (раздел 2.3)

Коэффициент торможения 1 с.ш. (2 с.ш.) определяется выражением

$$K_{т1сш} \geq \frac{K_{отс} \cdot I_{неб.расч.1сш} - I_{д.н.1сш}}{I_{торм.расч.1сш} - I_{н.т.1сш}},$$

$K_{отс}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,5 о.е.;

$I_{неб.расч.1сш}$ – максимальный расчетный ток небаланса 1 с.ш. (2 с.ш.)

при расчетном внешнем КЗ;

$I_{д.н.1сш}$ – начальный дифференциальный ток срабатывания 1 с.ш. (2 с.ш.);

$I_{торм.расч.1сш}$ – расчетный тормозной ток 1 с.ш. (2 с.ш.) при расчетном внешнем КЗ;

$I_{н.т.1сш}$ – принятое значение тока начала торможения 1 с.ш. (2 с.ш.).

Для нахождения коэффициента торможения необходимо рассчитать следующие величины:

– значение максимального расчетного тока небаланса при внешнем КЗ для 1 с.ш. и 2 с.ш.

$$I_{неб.расч.1сш} = (K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon + \Delta f_{выр}) \cdot I_{максКЗ1сш} = (2 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,03) \cdot 19,17 = 4,41 \text{ А,}$$

$$I_{неб.расч.2сш} = (K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon + \Delta f_{выр}) \cdot I_{максКЗ2сш} = (2 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,03) \cdot 19,17 = 4,41 \text{ А,}$$

где $K_{пер}$ – коэффициент, учитывающий аperiodическую составляющую тока в переходном режиме, принимается равным 2 о.е.;

$K_{одн}$ – коэффициент однотипности, принимается равным 1 о.е.;

ε – относительное значение полной погрешности ТТ, принимается равным 0,10 о.е.;

$\Delta f_{выр}$ – относительное значение токовой погрешности в измерительных цепях терминала, принимается равной 0,03 о.е.;

$I_{максКЗ1сш}$ – максимальное значение тока 1 с.ш. (2 с.ш.) при металлическом внешнем КЗ; при расчетах используется вторичная величина тока с учетом выравнивания. Вторичные значения максимальных токов КЗ приведены в таблице А.4

Таблица А.4

Дифференциальная зона	1 с.ш.	2 с.ш.
Максимальный ток при внешнем КЗ, А	2300	2300
Максимальный ток при внешнем КЗ, А втор.	19,17	19,17

– значение тормозного тока при расчетном внешнем КЗ для 1 с.ш. (2 с.ш.)

$$\begin{aligned}
 I_{\text{торм.расч.1сш}} &= (1 - 0,5(K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}})) \cdot I_{\text{максКЗ1сш}} = \\
 &= (1 - 0,5(2 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,03)) \cdot 19,17 = 16,97 \text{ А}, \\
 I_{\text{торм.расч.2сш}} &= (1 - 0,5(K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}})) \cdot I_{\text{максКЗ2сш}} = \\
 &= (1 - 0,5(2 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,03)) \cdot 19,17 = 16,97 \text{ А},
 \end{aligned}$$

где $K_{\text{пер}}$ – коэффициент, учитывающий аperiodическую составляющую тока в переходном режиме, принимается равным 2 о.е.;

$K_{\text{одн}}$ – коэффициент однотипности, принимается равным 1 о.е.;

ε – относительное значение полной погрешности ТТ, принимается равным 0,10 о.е.;

$\Delta f_{\text{выр}}$ – относительное значение токовой погрешности в измерительных цепях терминала, принимается равной 0,03 о.е.;

$I_{\text{максКЗ1сш}}$ – максимальное значение тока 1 с.ш. (2 с.ш.) при металлическом внешнем КЗ.

Т.о., коэффициент торможения 1 с.ш. (2 с.ш.) равен

$$K_{\text{т1сш}} = \frac{K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{неб.расч.1сш}} - I_{\text{д.н.1сш}}}{I_{\text{торм.расч.1сш}} - I_{\text{н.т.1сш}}} = \frac{1,5 \cdot 4,41 - 3,80}{16,97 - 5} = 0,24 \text{ о.е.},$$

$$K_{\text{т2сш}} = \frac{K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{неб.расч.2сш}} - I_{\text{д.н.2сш}}}{I_{\text{торм.расч.2сш}} - I_{\text{н.т.2сш}}} = \frac{1,5 \cdot 4,41 - 3,70}{16,97 - 5} = 0,24 \text{ о.е.}$$

- Проверка чувствительности ДЗО (раздел 2.4)

Проверка чувствительности ДЗО должна проводиться при расчетном виде КЗ в защищаемой зоне. Расчетным видом КЗ выбрано междуфазное короткое замыкание на участках ошиновки 1 с.ш. и 2 с.ш., см. табл. А.2.

Коэффициент чувствительности вычисляется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{minK31сш}}}{I_{\text{д.н.1сш}} + K_{\text{т1сш}} (I_{\text{торм.расч.1сш}^*} - I_{\text{н.т.1сш}})},$$

где $I_{\text{minK31сш}}$ – минимальное значение фазного тока 1 с.ш. (2 с.ш.) при внутреннем КЗ;

$I_{\text{д.н.1сш}}$ – начальный дифференциальный ток срабатывания 1 с.ш. (2 с.ш.);

$K_{\text{т1сш}}$ – коэффициент торможения, рассчитанный для 1 с.ш. (2 с.ш.);

$I_{\text{торм.расч.1сш}^*}$ – расчетный тормозной ток 1 с.ш. (2 с.ш.) при расчетном внутреннем КЗ;

$I_{\text{н.т.1сш}}$ – принятое значение тока начала торможения 1 с.ш. (2 с.ш.).

Величина тормозного тока при расчетном внутреннем КЗ:

$$I_{\text{торм.расч.1сш}^*} = 0,5 \cdot I_{\text{minK31сш}} \cdot K_{\text{с}},$$

где $I_{\text{minK31сш}}$ – минимальное значение фазного тока 1 с.ш. (2 с.ш.) при внутреннем КЗ;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент сонаправленности. В настоящем примере выбрано значение коэффициента 1,3 о.е.

При расчетах используется вторичная величина тока с учетом выравнивания. Вторичные значения минимальных токов КЗ приведены в таблице А.5

Таблица А.5

Дифференциальная зона	1 с.ш.	2 с.ш.
Минимальный ток при внутреннем КЗ, А	1991,86	1991,86
Минимальный ток при внутреннем КЗ, А втор.	16,60	16,60

Значение тормозного тока при внутреннем междуфазном КЗ:

$$I_{\text{торм.расч.1сш}^*} = 0,5 \cdot I_{\text{minK31сш}} \cdot K_{\text{с}}, \quad I_{\text{торм.расч.1сш}^*} = 0,5 \cdot 16,60 \cdot 1,3 = 10,79 \text{ А},$$

$$I_{\text{торм.расч.2сш}^*} = 0,5 \cdot I_{\text{minK32сш}} \cdot K_{\text{с}}, \quad I_{\text{торм.расч.2сш}^*} = 0,5 \cdot 16,60 \cdot 1,3 = 10,79 \text{ А}.$$

Значение коэффициента чувствительности 1 с.ш. (2 с.ш.) ДЗО:

$$K_{ч1сш} = \frac{I_{\min K31сш}}{I_{д.н.1сш} + K_{т1сш} (I_{\text{торм.расч1сш}} - I_{н.т.1сш})} = \frac{16,60}{3,80 + 0,24(10,79 - 5)} = 3,20 \text{ о.е.},$$

$$K_{ч2сш} = \frac{I_{\min K32сш}}{I_{д.н.2сш} + K_{т2сш} (I_{\text{торм.расч2сш}} - I_{н.т.2сш})} = \frac{16,60}{3,70 + 0,24(10,79 - 5)} = 3,26 \text{ о.е.}$$

Итак, коэффициент чувствительности 1 с.ш. (2 с.ш.) больше 2, следовательно, ДЗО удовлетворяет требованиям чувствительности.

Если коэффициент чувствительности меньше двух, то следует увеличить значение начального тормозного тока и повторить расчет параметров срабатывания ДЗО.

- Выбор токов срабатывания ЧТО (раздел 2.6)

Величина тока срабатывания ЧТО ($I_{\text{ЧТО}_1сш}$, $I_{\text{ЧТО}_2сш}$) выбирается из двух условий:

– отстройка от небаланса при самозапуске двигателей

$$I_{\text{ЧТО}_1сш} \geq K_{отс} \cdot (K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}}) \cdot K_{с/з} \cdot I_{\text{максн}1сш}$$

где $K_{отс}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,2 о.е.;

$K_{с/з}$ – коэффициент самозапуска; $K_{с/з}$ вводится для учета увеличения тока в условиях самозапуска двигателей нагрузки, выбирается из диапазона (1,20÷2,50) о.е.

$K_{пер}$ – коэффициент, учитывающий аperiodическую составляющую тока в переходном режиме, принимается равным 1 о.е.;

$K_{одн}$ – коэффициент однотипности, принимается равным 1 о.е. (0,5 о.е.);

ε – относительное значение полной погрешности ТТ, принимается равным 0,10 о.е.;

$\Delta f_{\text{выр}}$ – относительное значение погрешности выравнивания, принимается равным 0,03 о.е.;

$I_{\text{максн}1сш}$ – наибольший из максимальных рабочих токов присоединений, включенных на 1 с.ш., см. таблица А.3.

$$I_{\text{ЧТО}_{1\text{сш}}} \geq K_{\text{отс}} \cdot (K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}}) \cdot K_{\text{с/з}} \cdot I_{\text{макс}_{1\text{сш}}}$$

$$I_{\text{ЧТО}_{1\text{сш}}} \geq 1,2 \cdot (1 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,03) \cdot 2,5 \cdot 3,17,$$

$$I_{\text{ЧТО}_{1\text{сш}}} \geq 1,24 \text{ А};$$

$$I_{\text{ЧТО}_{2\text{сш}}} \geq K_{\text{отс}} \cdot (K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}}) \cdot K_{\text{с/з}} \cdot I_{\text{макс}_{2\text{сш}}}$$

$$I_{\text{ЧТО}_{2\text{сш}}} \geq 1,2 \cdot (1 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,03) \cdot 2,5 \cdot 3,08,$$

$$I_{\text{ЧТО}_{2\text{сш}}} \geq 1,20 \text{ А};$$

– обеспечение чувствительности при внутреннем КЗ с минимальным током

$$I_{\text{ЧТО}_{1\text{сш}}} \leq \frac{I_{\text{минКЗ}_{1\text{сш}}}}{K_{\text{ч}}},$$

где $I_{\text{минКЗ}_{1\text{сш}}}$ – минимальное значение тока внутреннего короткого замыкания, А (прим.1);

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент чувствительности, принимается равным 1,5 о.е.;

В качестве минимального тока внутреннего короткого замыкания на 1 с.ш. принят ток в ТТЗ (ТТ присоединения с минимальным током КЗ) при междуфазном замыкании, равный

$$I_{\text{ТТЗ}} = \frac{I_{\text{минКЗТТЗ}}}{K_{\text{ТТпрЗ}}} \cdot \frac{K_{\text{ТТпрЗ}}}{K_{\text{ТТбаз}}} = \frac{692,82}{60} \cdot \frac{60}{120} = 5,77 \text{ А}.$$

Для расчета $I_{\text{ЧТО}_{2\text{сш}}}$ используется ток присоединения 6, равный $I_{\text{ТТ6}} = 5,77 \text{ А}$.

Исходя из условия обеспечения чувствительности, выбор тока срабатывания ЧТО 1 с.ш. и 2 с.ш. ограничивается величинами:

$$I_{\text{ЧТО}_{1\text{сш}}} \leq 3,85 \text{ А}, I_{\text{ЧТО}_{2\text{сш}}} \leq 3,85 \text{ А}.$$

Таким образом, токи срабатывания ЧТО 1 с.ш. и 2 с.ш. принимаются равными 3,5 А.

- Выбор параметров срабатывания логики контроля исправности токовых цепей (раздел 3)

Токи срабатывания органов контроля исправности токовых цепей выбираются по условию отстройки от небаланса в нагруженном режиме:

$$I_{\text{обрыв_1сш}} \geq K_{\text{отс}} (K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{одн}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}}) \cdot I_{\text{максн1сш}},$$

где $K_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,2 о.е.;

$K_{\text{пер}}$ – коэффициент, учитывающий аperiodическую составляющую тока в переходном режиме, выбирается из диапазона (1,00÷2,00) о.е.;

$K_{\text{одн}}$ – коэффициент однотипности, принимается равным 1 о.е.;

ε – относительное значение полной погрешности ТТ, принимается равным 0,10 о.е.;

$\Delta f_{\text{выр}}$ – относительное значение погрешности выравнивания, принимается равным 0,03 о.е.;

$I_{\text{максн1сш}}$ – наибольший из максимальных рабочих токов присоединений, включенных в дифференциальную зону 1 с.ш. (2 с.ш.), о.е.

$$I_{\text{обрыв_1сш}} = 1,2(1 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,03) \cdot 3,17 = 0,49 \text{ А},$$

$$I_{\text{обрыв_2сш}} = 1,2(1 \cdot 1 \cdot 0,1 + 0,03) \cdot 3,08 = 0,48 \text{ А}.$$

Выдержка времени на срабатывание контроля токовых цепей $T_{\text{ср_обр_1сш}}$ ($T_{\text{ср_обр_2сш}}$) выбирается по условию отстройки от режимов, связанных с протеканием токов небаланса:

$$T_{\text{ср_обр}} = t_{\text{неб}} + t_{\text{зап}},$$

где $t_{\text{неб}}$ – максимально возможное время существования режима, сопровождающегося токами небаланса (внешнего КЗ или качаний); при выборе времени $t_{\text{неб}}$ необходимо учитывать также время протекания тока небаланса при возможном отказе выключателей; время $t_{\text{неб}}$ принимается равным 6 с;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 500 мс.

Таким образом, выдержки времени $T_{\text{ср_обр_1сш}}$, $T_{\text{ср_обр_2сш}}$ принимаются равными 6500 мс.

- Напряжение срабатывания измерительных органов логики запрета АПВ (раздел 4)

Величину срабатывания измерительного органа по напряжению обратной последовательности отстраивают от напряжения небаланса и напряжения несимметрии по обратной последовательности:

$$U_{2_1сш} \geq K_{зап} \cdot K_{н} \cdot (U_{2неб} + U_{2несим}),$$

где $K_{зап}$ – коэффициент запаса, принимается равным 2,0 о.е.;

$K_{н}$ – коэффициент надежности, принимается равным 1,5 о.е.;

$U_{2неб}$ – напряжение небаланса обратной последовательности, выбирается из диапазона $(0,01 \div 0,02) U_{ном}$ ($U_{ном} = U_{баз} = 100 \text{ В}$);

$U_{2несим}$ – напряжение несимметрии обратной последовательности, принимается равным 0,035 о.е.

Таким образом, величина срабатывания измерительных органов по напряжению обратной последовательности

$$U_{2_1сш} = 2 \cdot 1,5 \cdot (0,02 + 0,035) = 0,17 \text{ о.е.},$$

$$U_{2_2сш} = 2 \cdot 1,5 \cdot (0,02 + 0,035) = 0,17 \text{ о.е.}$$

- Таймеры логики ДЗО и запрета АПВ (раздел 5)

Время фиксации отключения от ДЗО и УРОВ «Тфикс_ДЗО_1сш» («Тфикс_ДЗО_2сш») выбирается гарантированно больше, чем полное время операций отключения выключателя (с учетом времени срабатывания защиты), бестоковой паузы, включения выключателя:

$$T_{\text{фикс_ДЗО}} = t_{\text{сраб_ДЗО}} + t_{\text{откл}} + t_{\text{АПВ_медл}} + t_{\text{вкл}} + t_{\text{зап}},$$

где $t_{\text{сраб_ДЗО}}$ – время срабатывания выходных реле ДЗО, принимается равным 20 мс;

$t_{\text{откл}}$ – время отключения выключателей, принимается равным наибольшему из времен отключения всех выключателей 1 с.ш. (2 с.ш.), мс;

$t_{\text{АПВ_медл}}$ – наибольшее время АПВ выключателей, мс;

$t_{\text{вкл}}$ – время включения выключателя, включаемого последним, мс;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 500 мс.

Таким образом, таймеры равны

$$T_{\text{фикс_ДЗО_1сш}} = 20 + 60 + 3000 + 800 + 500 = 4380 \text{ мс},$$

$$T_{\text{фикс_ДЗО_2сш}} = 20 + 60 + 3000 + 800 + 500 = 4380 \text{ мс}.$$

Выдержка времени на срабатывание для ввода логики выявления неуспешного АПВ «Тср_наАПВ_1сш» («Тср_наАПВ_2сш») выбирается по следующим условиям:

$$\begin{cases} T_{\text{ср_наАПВ_1сш}} \geq t_{\text{сраб_ДЗШ}} + t_{\text{откл}} + t_{\text{зап}}; \\ T_{\text{ср_наАПВ_1сш}} < t_{\text{АПВ_перв}}, \end{cases}$$

где $t_{\text{сраб_ДЗШ}}$ – время срабатывания выходных реле ДЗО, принимается равным 20 мс;

$t_{\text{откл}}$ – время отключения выключателей, принимается равным наибольшему из времен отключения всех выключателей 1 с.ш. (2 с.ш.), мс;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, мс,

$t_{\text{АПВ_перв}}$ – время АПВ выключателя, включаемого первым на 1 с.ш. (2 с.ш.), мс.

Итак, значение времени «Тср_наАПВ_1сш» («Тср_наАПВ_2сш») выбрано по первому условию и проверено по второму:

$$\begin{cases} T_{\text{ср_наАПВ_1сш}} = 20 + 60 + 100 = 180; \\ T_{\text{ср_наАПВ_1сш}} < 1000; \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_{\text{ср_наАПВ_2сш}} = 20 + 60 + 100 = 180; \\ T_{\text{ср_наАПВ_2сш}} < 1000. \end{cases}$$

Величина таймера «Тср_запрАПВУ1сш» («Тср_запрАПВУ2сш») выбирается из диапазона $(30 \div (t_{\text{АПВ_перв}} - t_{\text{зап}}))$ мс, где $t_{\text{АПВ_перв}}$ – время АПВ выключателя 1 с.ш. (2 с.ш.), включаемого первым; $t_{\text{зап}}$ – время запаса, мс. В настоящем примере принимаем таймеры равными

$$T_{\text{ср_запрАПВУ1сш}} = 30 \text{ мс};$$

$$T_{\text{ср_запрАПВУ2сш}} = 30 \text{ мс}.$$

- Параметры срабатывания УРОВ (раздел 6)

Величина тока срабатывания «I_УРОВПр№» выбирается из диапазона $(0,05 \div 0,10) I_{\text{ном}}$ относительно номинала; необходимо задать параметры срабатывания измерительных органов УРОВ всех присоединений, входящих в зону ДЗО. В качестве примера приведен расчет

тока срабатывания измерительного органа «I_УРОВПр№» для присоединения 2:

$$I_{\text{УРОВПр}2} = 0,10 \cdot \frac{I_{\text{ном пр}2}}{I_{\text{ном т}}} = 0,10 \cdot \frac{5}{5} = 0,10 \text{ о.е.}$$

Величина таймера «T_{ср_УРОВПр№}» выбирается из условий отстройки от времени отключения исправного выключателя

$$T_{\text{ср_УРОВПр№}} = t_{\text{махотклВ}} + t_{\text{в_УРОВ}} + t_{\text{зап}},$$

где $t_{\text{махотклВ}}$ – полное время отключения выключателя рассматриваемого присоединения;

$t_{\text{в_УРОВ}}$ – максимальное время возврата ИО тока УРОВ соответствующего присоединения, принимается равным 20 мс;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 100 мс.

ВВС «T_{ср_УРОВПр№}» должна выбираться для каждого присоединения, включенного в зону ДЗО. В качестве примера приведен расчет выдержки времени на срабатывание УРОВ «T_{ср_УРОВПр1}»

$$T_{\text{ср_УРОВПр}1} = 50 + 20 + 100 = 170 \text{ мс.}$$

Время «T_{в_пуск_УРОВПр№}» должно быть больше, чем задержка на срабатывание УРОВ «T_{ср_УРОВПр№}»:

$$T_{\text{в_пуск_УРОВПр}1} = T_{\text{ср_УРОВПр}1} + t_{\text{зап}} = 170 + 100 = 270 \text{ мс,}$$

где $t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 100 мс.

- Параметры срабатывания логики опробования (раздел 7)

Таймер «Ti_опроб» выбирается из условия отстройки от максимального времени операций включения выключателя, срабатывания ДЗО и отключения выключателя, которым производится опробование:

$$T_{\text{и_опроб}} = t_{\text{вклВ}} + t_{\text{срДЗШ}} + t_{\text{отклВ}} + t_{\text{зап}},$$

$t_{\text{вклВ}}$ – время включения опробуемого выключателя, мс;

$t_{\text{срДЗШ}}$ – время срабатывания ДЗО, принимается равным 20 мс;

$t_{\text{отклВ}}$ – время отключения опробуемого выключателя, мс;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса, принимается равным 500 мс.

$$T_{и_опроб} = 800 + 20 + 60 + 500 = 1380 \text{ мс.}$$

Значение тока срабатывания измерительного органа «I_опробПр№» выбирается из условия обеспечения чувствительности при внутреннем КЗ с минимальным током

$$I_{\text{опробПр№}} \leq \frac{I_{\text{minКЗ}}}{K_{\text{ч}}},$$

где $I_{\text{minКЗ}}$ – минимальное значение тока внутреннего КЗ, протекающего в ТТ присоединения, о.е.;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент чувствительности, принимается равным 2 о.е.;

В качестве примера расчета величины срабатывания измерительного органа тока опробования 1 с.ш. приведен расчет «I_опробПр2»; минимальный первичный ток внутреннего КЗ, протекающий через ТТ 2, равен 1039,20 А.

Вторичный ток при внутреннем КЗ в ТТ 2 равен

$$I_{\text{minКЗвтор}} = \frac{1039,20}{120} = 8,66 \text{ А.}$$

Поскольку величины срабатывания токовых измерительных органов логики опробования задаются в относительных единицах (прим. 4), то величина срабатывания «I_опробПр2» рассчитывается относительно базисного вторичного тока, принятого равным 5 А:

$$I_{\text{опробПр 2}} \leq \frac{I_{\text{minКЗвтор}}}{K_{\text{ч}} \cdot I_{\text{номТ}}}, I_{\text{опробПр 2}} = \frac{8,66}{2 \cdot 5} = 0,87 \text{ о.е.}$$

- Параметры срабатывания логики выявления неисправности цепей напряжения (раздел 8)

Величина срабатывания измерительных органов минимального фазного напряжения «Uфмин_1сш», «Uфмин_2сш» равна $0,4 U_{\text{номф}}$:

$$U_{\text{фмин_1сш}} = 0,4 \cdot \frac{U_{\text{номф}}}{U_{\text{номТ}}} = 0,4 \cdot \frac{57,7}{57,7} = 0,4 \text{ о.е.};$$

$$U_{\text{фмин_2сш}} = 0,4 \cdot \frac{U_{\text{номф}}}{U_{\text{номТ}}} = 0,4 \cdot \frac{57,7}{57,7} = 0,4 \text{ о.е.}$$

ВВС логики выявления неисправности цепей напряжения «Тср_неиспр_U» выбирается по условию отстройки от времени длительного снижения напряжения на шинах подстанции; в настоящем примере выбрана величина таймера

$$T_{\text{ср_неиспр_U}} = 7000 \text{ мс.}$$

Результаты расчетов параметров срабатывания дифференциальной защиты ошинок «Бреслер - 0107.80х» сведены в таблицы А.6, А.7, А.8.

Таблица А.6 – Параметры срабатывания специализированных измерительных органов ДЗО

Назначение	Обозначение	Значение
Начальный дифференциальный ток срабатывания 1 с.ш.	Ид.н._1сш	3,80 А
Начальный дифференциальный ток срабатывания 2 с.ш.	Ид.н._2сш	3,70 А
Ток начала торможения 1 с.ш.	Ин.т._1сш	5 А
Ток начала торможения 2 с.ш.	Ин.т._2сш	5 А
Коэффициент торможения 1 с.ш.	Кт_1сш	0,24 о.е.
Коэффициент торможения 2 с.ш.	Кт_2сш	0,24 о.е.
Производная тормозного тока 1 с.ш.	di _{торм} _1сш	7,5 А
Производная тормозного тока 2 с.ш.	di _{торм} _2сш	7,5 А
Отношение второй гармоники к первой дифференциального тока 1 с.ш.	I _{2h} /I _{1h} _1сш	0,2 о.е.
Отношение второй гармоники к первой дифференциального тока 2 с.ш.	I _{2h} /I _{1h} _2сш	0,2 о.е.
Чувствительный токовый орган, включенный на дифференциальный ток 1 с.ш.	ЧТО_1сш	1,24 А
Чувствительный токовый орган, включенный на дифференциальный ток 2 с.ш.	ЧТО_2сш	1,20 А
Небаланс дифференциального тока 1 с.ш.	Юбрыв_1сш	0,49 А
Небаланс дифференциального тока 2 с.ш.	Юбрыв_2сш	0,48 А

Таблица А.7 – Параметры срабатывания измерительных органов
ДЗО

Назначение	Обозначение	Значение
Максимальный измерительный орган напряжения обратной последовательности 1 с.ш.	U2_1сш	0,17 о.е.
Максимальный измерительный орган напряжения обратной последовательности 2 с.ш.	U2_2сш	0,17 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного напряжения 1 с.ш.	Uфмакс_1сш	0,3 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного напряжения 2 с.ш.	Uфмакс_2сш	0,3 о.е.
Минимальный измерительный орган фазного напряжения 1 с.ш.	Uфмин_1сш	0,4 о.е.
Минимальный измерительный орган фазного напряжения 2 с.ш.	Uфмин_2сш	0,4 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 1 в логике УРОВ	I_УРОВПр1	0,1 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 2 в логике УРОВ	I_УРОВПр2	0,1 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 3 в логике УРОВ	I_УРОВПр3	0,1 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 4 в логике УРОВ	I_УРОВПр4	0,1 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 5 в логике УРОВ	I_УРОВПр5	0,1 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 6 в логике УРОВ	I_УРОВПр6	0,1 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 1 в логике опробования	I_опробПр1	0,79 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 2 в логике опробования	I_опробПр2	0,87 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 3 в логике опробования	I_опробПр3	1,15 о.е.

Назначение	Обозначение	Значение
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 4 в логике опробования	I_опробПр4	0,76 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 5 в логике опробования	I_опробПр5	0,90 о.е.
Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения 6 в логике опробования	I_опробПр6	1,15 о.е.

Таблица А.8 – Таймеры ДЗО

Назначение	Обозначение	Значение
Время блокирования быстродействующего критерия при выявлении внешнего замыкания на 1 с.ш.	Тблок_БО_1сш	150 мс
Время блокирования быстродействующего критерия при выявлении внешнего замыкания на 2 с.ш.	Тблок_БО_2сш	150 мс
Выдержка времени на срабатывание осциллографа	ВВС сраб.	1 мс
Импульс срабатывания осциллографа	Тимп.сраб	10 с
Импульс тестового срабатывания осциллографа	Тимп.тест	10 с
Таймер режима нарушения фиксации присоединений	Тв_Нар_фикс	200 мс
Выдержка времени на срабатывание логики выявления небаланса дифференциального тока на 1 с.ш.	Тср_обр_1сш	6500 мс
Выдержка времени на срабатывание логики выявления небаланса дифференциального тока на 2 с.ш.	Тср_обр_2сш	6500 мс
Время фиксации сигнала срабатывания ДЗО и УРОВ 1 с.ш.	Тфикс_ДЗО1сш	4380 мс
Время фиксации сигнала срабатывания ДЗО и УРОВ 2 с.ш.	Тфикс_ДЗО2сш	4380 мс
Выдержка времени на срабатывание логики выявления неуспешного АПВ 1 с.ш.	Тср_наПВ1сш	180 мс
Выдержка времени на срабатывание логики	Тср_наПВ2сш	180 мс

Назначение	Обозначение	Значение
выявления неуспешного АПВ 2 с.ш.		
Выдержка времени на срабатывание логики запрета АПВ 1 с.ш. при неполнофазном отказе выключателя	Tcp_запрАПВУ1сш	30 мс
Выдержка времени на срабатывание логики запрета АПВ 2 с.ш. при неполнофазном отказе выключателя	Tcp_запрАПВУ2сш	30 мс
Выдержка времени на срабатывание логики выявления неисправности цепей напряжения	Tcp_неиспрU	7000 мс
Продление сигнала пуска УРОВ присоединения 1	Tв_пускУРОВПр1	270 мс
Продление сигнала пуска УРОВ присоединения 2	Tв_пускУРОВПр2	270 мс
Продление сигнала пуска УРОВ присоединения 3	Tв_пускУРОВПр3	280 мс
Продление сигнала пуска УРОВ присоединения 4	Tв_пускУРОВПр4	270 мс
Продление сигнала пуска УРОВ присоединения 5	Tв_пускУРОВПр5	270 мс
Продление сигнала пуска УРОВ присоединения 6	Tв_пускУРОВПр6	280 мс
Выдержка времени на срабатывание УРОВ своего выключателя присоединения 1	Tcp_УРОВсвойПр1	10 мс
Выдержка времени на срабатывание УРОВ своего выключателя присоединения 2	Tcp_УРОВсвойПр2	10 мс
Выдержка времени на срабатывание УРОВ своего выключателя присоединения 3	Tcp_УРОВсвойПр3	10 мс
Выдержка времени на срабатывание УРОВ своего выключателя присоединения 4	Tcp_УРОВсвойПр4	10 мс
Выдержка времени на срабатывание УРОВ своего выключателя присоединения 5	Tcp_УРОВсвойПр5	10 мс
Выдержка времени на срабатывание УРОВ своего выключателя присоединения 6	Tcp_УРОВсвойПр6	10 мс
Время ввода режима опробования присоединений	Tи_Опроб	1380 мс

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень измерительных органов и таймеров защиты ошиновок «Бреслер - 0107.80х»

Таблица Б.1 – Параметры срабатывания специализированных измерительных органов ДЗО

Обозначение	Назначение	Рекомендуемое значение	Раздел
Ид.н._1сш_А Ид.н._1сш_В Ид.н._1сш_С	Начальный дифференциальный ток срабатывания 1 с.ш.	(0,10÷10,00) Ином, А	2.1
Ид.н._2сш_А* Ид.н._2сш_В* Ид.н._2сш_С*	Начальный дифференциальный ток срабатывания 2 с.ш.	(0,10÷10,00) Ином, А	2.1
Ин.т._1сш_А Ин.т._1сш_В Ин.т._1сш_С	Ток начала торможения 1 с.ш.	(0,10÷10,00) Ином, А	2.2
Ин.т._2сш_А* Ин.т._2сш_В* Ин.т._2сш_С*	Ток начала торможения 2 с.ш.	(0,10÷10,00) Ином, А	2.2
Кт_1сш_А Кт_1сш_В Кт_1сш_С	Коэффициент торможения 1 с.ш.	(0,00÷1,50) о.е.	2.3
Кт_2сш_А* Кт_2сш_В* Кт_2сш_С*	Коэффициент торможения 2 с.ш.	(0,00÷1,50) о.е.	2.3
дiторм_1сш_А дiторм_1сш_В дiторм_1сш_С	Производная тормозного 1 с.ш.	1,5Ином, А	2.5
дiторм_2сш_А* дiторм_2сш_В* дiторм_2сш_С*	Производная тормозного 2 с.ш.	1,5Ином, А	2.5
I2h/I1h_1сш_А I2h/I1h_1сш_В I2h/I1h_1сш_С	Отношение второй гармоники к первой дифференциального тока 1с.ш.	(0,01÷0,50) о.е., рек. 0,2 о.е.	2.5
I2h/I1h_2сш_А* I2h/I1h_2сш_В* I2h/I1h_2сш_С*	Отношение второй гармоники к первой дифференциального тока 2 с.ш.	(0,01÷0,50) о.е., рек. 0,2 о.е.	2.5
ЧТО_1сш_А	Чувствительный токовый орган	(0,10÷10,00)	2.6

Обозначение	Назначение	Рекомендуемое значение	Раздел
ЧТО_1сш_В ЧТО_1сш_С	включенный на дифференциальный ток 1 с.ш.	Ином, А	
ЧТО_2сш_А* ЧТО_2сш_В* ЧТО_2сш_С*	Чувствительный токовый орган включенный на дифференциальный ток 2 с.ш.	(0,10÷10,00) Ином, А	2.6
Юбрыв_1сш_А Юбрыв_1сш_В Юбрыв_1сш_С	Небаланс дифференциального тока 1 с.ш.	(0,10÷10,00) Ином, А	3
Юбрыв_2сш_А* Юбрыв_2сш_В* Юбрыв_2сш_С*	Небаланс дифференциального тока 2 с.ш.	(0,10÷10,00) Ином, А	3

ДЗО, реализованная на базе устройства «Бреслер - 0107.800», имеет одну дифференциальную зону, т.е. измерительные органы, отмеченные «*», в ее логике отсутствуют.

Таблица Б.2 – Параметры срабатывания измерительных органов ДЗО

Обозначение	Назначение	Рекомендуемое значение	Раздел
U2_1сш	Максимальный измерительный орган напряжения обратной последовательности 1 с.ш.	(0,00÷1,00)Уном В, рек. 0,17 Уном В	4
U2_2сш*	Максимальный измерительный орган напряжения обратной последовательности 2 с.ш.	(0,00÷1,00)Уном В, рек. 0,17 Уном В	4
Uфмакс_1сш	Максимальный измерительный орган фазного напряжения 1 с.ш.	(0,00÷1,00)Уном В, рек. 0,3 Уном В	4
Uфмакс_2сш*	Максимальный измерительный орган фазного напряжения 2 с.ш.	(0,00÷1,00)Уном В рек. 0,3 Уном В	4
Uфмин_1сш	Минимальный измерительный орган фазного напряжения 1 с.ш.	(0,00÷1,00)Уном В рек. 0,4 Уном В	8
Uфмин_2сш*	Минимальный измерительный орган фазного напряжения 2 с.ш.	(0,00÷1,00)Уном В рек. 0,4 Уном В	8
I_УРОВПр1 – I_УРОВПр8	Максимальный измерительный орган фазного тока	(0,02÷0,50)Ином А,	6

Обозначение	Назначение	Рекомендуемое значение	Раздел
(Бреслер-0107.801)	присоединения № в логике УРОВ	рек. 0,1 Ином А	
I_УРОВПр1 – I_УРОВПр4 (Бреслер-0107.800)			
I_опробПр1 – I_опробПр8 (Бреслер-0107.801)	Максимальный измерительный орган фазного тока присоединения № в логике опробования	(0,00÷5,00)Ином А	7
I_опробПр1 – I_опробПр4 (Бреслер-0107.800)			

ДЗО, реализованная на базе устройства «Бреслер - 0107.800», имеет одну дифференциальную зону, т.е. измерительные органы, отмеченные «*», в ее логике отсутствуют.

Таблица Б.3 – Параметры срабатывания таймеров ДЗО

Обозначение	Назначение	Диапазон	Раздел
Тблок_БО_1сш_А Тблок_БО_1сш_В Тблок_БО_1сш_С	Время блокирования быстродействующего критерия 1 с.ш. при выявлении внешнего замыкания	(0,10÷10,00) с, рек. 150 мс	2.5
Тблок_БО_2сш_А* Тблок_БО_2сш_В* Тблок_БО_2сш_С*	Время блокирования быстродействующего критерия 2 с.ш. при выявлении внешнего замыкания	(0,10÷10,00) с, рек. 150 мс	2.5
ВВС сраб.	Выдержка времени на срабатывание осциллографа	1 мс	-
Тимп.сраб	Импульс срабатывания осциллографа	10 с	-
Тимп.тест	Импульс тестового срабатывания осциллографа	10 с	-
Тв_Нар_фикс	Таймер режима нарушения фиксации присоединений	(0,00÷10,00) с рек. 200 мс	-
Тср_обр_1сш	Выдержка времени на срабатывание логики выявления небаланса дифференциального тока 1 с.ш.	(0,00÷10,00) с	3
Тср_обр_2сш*	Выдержка времени на срабатывание	(0,00÷10,00) с	3

Обозначение	Назначение	Диапазон	Раздел
	логики выявления небаланса дифференциального тока 2 с.ш.		
Тфикс_ДЗО1сш	Время фиксации сигнала срабатывания ДЗО и УРОВ 1 с.ш.	(0,00÷10,00) с	5
Тфикс_ДЗО2сш*	Время фиксации сигнала срабатывания ДЗО и УРОВ 2 с.ш.	(0,00÷10,00) с	5
Тср_наАПВ1сш	Выдержка времени на срабатывание логики выявления неуспешного АПВ 1 с.ш.	(0,00÷10,00) с	5
Тср_наАПВ2сш*	Выдержка времени на срабатывание логики выявления неуспешного АПВ 2 с.ш.	(0,00÷10,00) с	5
Тср_запрАПВУ1сш	Выдержка времени на срабатывание логики запрета АПВ 1 с.ш. при неполнофазном отказе выключателя	(0,00÷10,00) с, рек. 30 мс	5
Тср_запрАПВУ2сш*	Выдержка времени на срабатывание логики запрета АПВ 2 с.ш. при неполнофазном отказе выключателя	(0,00÷10,00) с, рек. 30 мс	5
Тср_неиспрU	Выдержка времени на срабатывание логики выявления неисправности цепей напряжения	(5,00÷30,00) с	8
Тв_пускУРОВПр1 – Тв_пускУРОВПр8 (Бреслер-0107.801)	Продление сигнала пуска УРОВ присоединения №	(0,00÷1,00) с	6
Тв_пускУРОВПр1 – Тв_пускУРОВПр4 (Бреслер-0107.800)			
Тср_УРОВПр1 – Тср_УРОВПр8 (Бреслер-0107.801)	Выдержка времени на срабатывание УРОВ присоединения №	(0,05÷1,00) с	6
Тср_УРОВПр1 – Тср_УРОВПр4 (Бреслер-0107.800)			
Тср_УРОВсвойПр1 – Тср_УРОВсвойПр8 (Бреслер-0107.801)	Выдержка времени на срабатывание УРОВ своего выключателя присоединения №	(0,20÷1,00) с, рек. 10 мс	6
Тср_УРОВсвойПр1 –			

Обозначение	Назначение	Диапазон	Раздел
Тср_УРОВсвойПр4 (Бреслер-0107.800)			
Ти_Опроб	Время ввода режима опробования присоединений	(0,00÷60,00) с	8

ДЗО, реализованная на базе устройства «Бреслер - 0107.800», имеет одну дифференциальную зону, т.е. таймеры, отмеченные «*», в ее логике отсутствуют.

Список литературы

1. Руководящие указания по релейной защите. Выпуск 03. Защита шин 6 - 220 кВ станций и подстанций. Составлены Всесоюзным государственным проектным институтом "Теплоэлектропроект" – Москва-Ленинград, Госэнергоиздат, 1961.
2. Таубес И. Р. Дифференциальная защита шин 110 - 220 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е издание. Утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
4. Таубес И. Р. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ) в сетях 110 - 220 кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1988.

Учебное пособие

Васильев Дмитрий Сергеевич

Тарасова Вера Николаевна

Рекомендации по выбору параметров срабатывания дифференциальной защиты ошинок 110-220 кВ, реализованной на базе терминалов «БРЭСЛЕР-0107.800», «БРЭСЛЕР-0107.801»