

*Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:*

<https://stuservis.ru/kurosovaya-rabota/350684>

**Тип работы:** Курсовая работа

**Предмет:** Электроника

Введение 4

Выбор необходимого состава системы релейной защиты блока генератор-трансформатор электрической станции, обеспечивающего полноту его защищенности 6

Расчет уставок срабатывания и разработка схемы подключения выбранных устройств релейной защиты блока генератор-трансформатор 8

Расчёт параметров схемы замещения 9

Продольная дифференциальная токовая защита генератора 13

Поперечная дифференциальная защита генератора от межвитковых коротких замыканий в обмотке статора 18

Литература 60

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) для защиты блоков генератор-трансформатор при мощности генератора более 10 Мвт должны быть предусмотрены устройства релейной защиты от следующих видов повреждений и аномальных режимов:

от замыканий на землю в цепи генераторного напряжения;

от многофазных коротких замыканий в обмотке статора генератора и на его выводах;

от межвитковых коротких замыканий в обмотке статора генератора при наличии двух параллельных ветвей;

от многофазных коротких замыканий в обмотках блочного трансформатора и на его выводах;

от межвитковых коротких замыканий в обмотках блочного трансформатора;

от внешних коротких замыканий;

от перегрузки генератора токами обратной последовательности (при мощности генератора более 30 Мвт);

от симметричной перегрузки генератора и трансформатора;

от перегрузки ротора генератора током возбуждения;

от повышения напряжения (для генераторов мощностью 100 Мвт и более);

от замыканий на землю в одной точке обмотки возбуждения;

от замыканий на землю во второй точке обмотки возбуждения (при мощности генераторов менее 160 Мвт);

от перехода в асинхронный режим при потере возбуждения;

от понижения уровня масла в баке трансформатора;

от повреждения изоляции вводов высокого напряжения блочного трансформатора (при напряжении 500 кВ и выше).

Для защиты от различных видов повреждений и аномальных режимов блоков генератор-трансформатор при мощности генератора 160 - 1000 Мвт должны быть предусмотрены следующие устройства релейной защиты:

продольная дифференциальная защита генератора от многофазных коротких замыканий в обмотке статора и на его выводах;

поперечная дифференциальная защита генератора от межвитковых коротких замыканий в обмотке статора при наличии двух параллельных ветвей;

от перехода в асинхронный режим при потере возбуждения;

дифференциальная защита блочного трансформатора от всех видов коротких замыканий;

дифференциальная защита ошиновки напряжением 330 - 750 кВ;

защита от внешних симметричных коротких замыканий;

защита от несимметричных коротких замыканий с интегральной зависимой характеристикой выдержки времени срабатывания;

защита от повышения напряжения;

защита от внешних однофазных коротких замыканий с большим током замыкания;

защита от перегрузки обмотки статора;

защита от перегрузки ротора генератора током возбуждения с интегральной зависимой характеристикой

выдержки времени срабатывания;  
газовая защита блочного трансформатора;  
защита от замыканий на землю в одной точке обмотки возбуждения;  
защита от замыканий на землю в цепи генераторного напряжения;  
защита от повреждения изоляции вводов высокого напряжения блочного трансформатора (при напряжении 500 кВ и выше).

Расчет уставок срабатывания и разработка схемы подключения выбранных устройств релейной защиты блока генератор-трансформатор

Исходные данные для расчета:

Трансформатор ЭБ 2 \* ТЦ- 1250 000/347:

Генератор энергоблока ТВВ-800-2:

$S_{\text{ном}} = 1250$  " МВ·А  $P_{\text{ном}} = 800$  " МВт  $\cos\phi_d = 0,313$  о.е.

$U_{\text{ВН}} = 347$  " кВ  $\cos\phi_{\text{ном}} = 0,9$   $\cos\phi_d = 0,313$  о.е.

$U_{\text{НН}} = 24,0$  " кВ  $U_{\text{ном}} = 24,0$  " кВ  $x_d = 2,333$  о.е.

$u_{\text{к}} \% = 10,5$   $I_{\text{ном}} = 21400$  " А

Трансформатор СН ТРДНС 63000/35: Мощность энергосистемы 330 кВ:

$S_{\text{ном}} = 63000$  МВ·А;

$S_{\text{кзmax}} = 34000$  МВ·А;

$U_{\text{ВН}} = 24,0$  " кВ ;  $S_{\text{кзmin}} = 14000$  МВ·А.

$U_{\text{НН}} = 6,3-6,3$  " кВ ;

$\Delta U_{\text{ВН}} \pm 8 \times 1,5 \% ;$

$U_{\text{внmin}} = 21,12$  кВ;  $u_{\text{к}} \% = 12,43$ ;

$U_{\text{ВН}} = 24,0$  " кВ,  $u_{\text{к}} \% = 12,7$ ;

$U_{\text{внmax}} = 26,88$  кВ;  $u_{\text{к}} \% = 13,18$ ;

Расчёт параметров схемы замещения

Принимаем за базисное напряжение  $U_{\text{б}}$  номинальное напряжение на сборных шинах электрической станции:

$U_{\text{б}} = 347$  кВ

Индуктивная составляющая сопротивления сети в максимальном режиме, приведённая к стороне высшего напряжения:

$x_{\text{с.max}} = (U_{\text{ВН}}^2) / (S_{\text{КЗ}} \cdot \cos\phi_{\text{кз}}) \quad (1)$

где:  $S_{\text{КЗ}}$  - мощность КЗ в максимальном режиме:

$x_{\text{с.max}} = (347^2) / (34 \cdot 10^6) = 3,541$  " Ом

Индуктивная составляющая сопротивления сети в минимальном режиме, приведённая к стороне высшего напряжения:

(2)

где: мощность КЗ в минимальном режиме:

$x_{\text{с.min}} = (347^2) / (14 \cdot 10^6) = 8,601$  " Ом

Значение индуктивной составляющей сопротивления трансформатора энергоблока, приведённое к стороне высшего напряжения:

(3)

$S_{\text{ТЦ}}$  - мощность трансформатора энергоблока,  $S_{\text{ТВВ}}$  - мощность трансформатора энергоблока так как он состоит из 2 параллельных трансформаторов, то сопротивление эквивалентное блочного трансформатора будет в 2 раза меньше

$x_{\text{ТЦ}} = 10,5 / 100 \cdot (347^2) / (2 \cdot 1250 \cdot 10^6) = 5,06$  " Ом

Значение индуктивной составляющей сопротивления трансформатора собственных нужд энергоблока, приведённое к стороне высшего напряжения:

(4)

$S_{\text{ТСН}}$  - мощность трансформатора собственных нужд

$x_{\text{ТСН}} = 12,7 / 100 \cdot (347^2) / (63 \cdot 10^6) = 242,73$  " Ом

Значение индуктивной составляющей сопротивления генератора энергоблока, приведённое к стороне высшего напряжения:

(5)

$x_{\text{Г}}$  - сверхпереходная ЭДС генератора,  $S_{\text{Г}}$  - мощность генератора

$$x_G = 0,223 \cdot (347^2) / ((800 \cdot 10^6) / 0,9) = 30,3 \text{ Ом}$$

Номинальное значение первичного тока на стороне высокого напряжения энергоблока 330 кВ:

(6)

$$I_{\text{ном.ВН}} = (1250 \cdot 10^6) / (\sqrt{3} \cdot 347 \cdot 10^3) = 2080 \text{ А}$$

Номинальное значение первичного тока на стороне низкого напряжения энергоблока 24 кВ:

(7)

$$I_{\text{ном.НН}} = (1250 \cdot 10^6) / (\sqrt{3} \cdot 24 \cdot 10^3) = 30070,0 \text{ А}$$

Номинальное значение первичного тока в ответвлении на трансформатор собственных нужд 24 кВ:

(8)

$$I_{\text{ном.ТСН}} = (40 \cdot 10^6) / (\sqrt{3} \cdot 24 \cdot 10^3) = 962,25 \text{ А}$$

В соответствии с величинами номинальных значений токов трансформатора со сторон ВН, НН и ТСН на стороне ВН используется встроенный трансформатор тока с коэффициентом трансформации  $K_I \text{ВН} = 2000/1$  А, на стороне НН - трансформатор тока с коэффициентом трансформации  $K_I \text{НН} = 28000/5$  А, а на стороне ответвления на ТСН - трансформатор тока с коэффициентом трансформации  $K_I \text{ТСН} = 2800/5$  А.

Вторичный ток в плече защиты на стороне высшего напряжения, соответствующий номинальной мощности защищаемого трансформатора, составляет:

(9)

$\square$  коэффициент, зависящий от схемы соединения ТТ, коэффициент трансформации ТТ(2000/1)

$$I_{\text{ном." в." ВН}} = (2080 \cdot \sqrt{3}) / (2000/1) = 1,801 \text{ А}$$

Вторичный ток в плече защиты на стороне низшего напряжения, соответствующий номинальной мощности защищаемого трансформатора, составляет:

(10)

$\square$  коэффициент, зависящий от схемы соединения ТТ, коэффициент трансформации ТТ(28000/5)

$$I_{\text{ном." в." НН}} = (30070 \cdot 1) / (28000/5) = 5,37 \text{ А}$$

Вторичный ток в плече защиты в ответвлении на трансформатор собственных нужд, соответствующий номинальной мощности ТСН, составляет:

(11)

Максимальное значение первичного тока, приведённое к стороне ВН энергоблока, проходящего через защищаемый трансформатор при трёхфазном металлическом коротком замыкании на выводах одной из расщеплённых обмоток трансформатора собственных нужд, составляет:

(12)

$$I_{\text{к." max" ВН}}^{(3)} = ((347^2) / \sqrt{3}) / (((3.54 + 5.06) \cdot 30.3) / (3.54 + 5.06 + 30.3) + 2 \cdot 242.73) = 407,015 \text{ А}$$

Минимальное значение тока двухфазного короткого замыкания на выводах ВН трансформатора при работе энергоблока на холостом ходу составляет:

(13)

$$I_{\text{к.min" ВН}}^{(2)} = \sqrt{3} / 2 \cdot ((347^2) / \sqrt{3}) / (30.3 + 5.06) = 4070 \text{ А}$$

Минимальное значение тока двухфазного короткого замыкания на выводах НН трансформатора в минимальном режиме работы энергосистемы и при отключённом генераторе составляет:

(14)

$$I_{\text{к.min" НН}}^{(2)} = \sqrt{3} / 2 \cdot ((347^2) / \sqrt{3}) / (8.601 + 5.06) = 12700 \text{ А}$$

Продольная дифференциальная токовая защита генератора

Защита выполняется на реле с тормозным действием и быстроснасыщаемым трансформатором типа ДЗТ-11/5. Реле имеет рабочую обмотку с ответвлением посередине и тормозную обмотку. Тормозную обмотку наиболее целесообразно присоединить к трансформаторам тока со стороны линейных выводов. Наличие торможения позволяет повысить чувствительность защиты за счёт отстройки от внешних коротких замыканий и асинхронного режима. Выбор уставок защиты сводится к определению числа витков тормозной обмотки при принятом числе витков рабочей обмотки. МДС срабатывания реле при отсутствии торможения  $F_{ср} = 100$  А. При этом минимальный ток срабатывания реле составляет:

А (15)

При этом для всех типов генераторов первичный ток срабатывания защиты составляет . Число витков рабочей обмотки принимается в зависимости от соотношения токов в плечах защиты в условиях номинального режима. При соотношении токов 1:1 (обмотка статора имеет одну параллельную ветвь)

используются 144 витка рабочей обмотки. При соотношении токов 1:2 (обмотка статора имеет две параллельных ветви) используется ответвление в средней части рабочей обмотки, к которому подключается плечо с большим током. Необходимое торможение определяется по условию отстройки защиты от наибольшего тока небаланса при внешнем коротком замыкании или асинхронном ходе генератора:

$$I_{(нб.расч.)} = \varepsilon \cdot k_{одн} \cdot k_{апер} \cdot I_{max}^{(3)} = 0,1 \cdot 1 \cdot 407,015 = 40.407 \text{ A} \quad (16)$$

$$I_{(нб.расч.)} = I_{нбрасч} \cdot U_{ВН} / U_{НН} = 40.407 \cdot 347 / 24 = 584.218 \text{ A} \quad (17)$$

где: - относительная погрешность трансформаторов тока, принимается равной 0,1;

- коэффициент однотипности, для однотипных трансформаторов принимается равным 0,5, а для разнотипных - 1,0;

- коэффициент, учитывающий апериодическую составляющую тока, для реле серии ДЗТ с насыщающимся трансформатором принимается равным 1,0;

- периодическая составляющая тока короткого замыкания или наибольшее значение тока асинхронного хода, А.

На блоках с выключателем в цепи генератора ток определяется при коротком замыкании на выводах генератора, а при его отсутствии - при коротком замыкании за трансформатором блока.

Наибольшее значение тока асинхронного хода определяется по выражению:

(18)

$$I_{(асин" " max)} = (2 \cdot 347000 / \sqrt{3}) / (0.23 + 5.06 + 3.54) = 45380 \text{ A}$$

где: - фазное напряжение сети высшего напряжения блока;

- переходный реактанс генератора;

- сопротивление трансформатора;

- сопротивление сети в максимальном режиме.

Переходный реактанс генератора:

$$x'_d = x'_d (U_{б}^2) / S_{н} = 0, "4\5\8" \cdot ("2\4" \cdot "0\0\0" \cdot "2") / ("1\1\1\1" \cdot "1\0" \cdot "6) = 0, "2\3" "O\m" \quad (18.1)$$

Намагничивающая сила рабочей обмотки реле вычисляется по значению тока в рабочей обмотке, равного току небаланса, и числу витков рабочей обмотки насыщающегося трансформатора реле:

(19)

$$F_p = 1,6 / (28000 / 5) \cdot 584.218 \cdot 144 = 24.036 \text{ Ав}$$

где: - число витков рабочей обмотки, 144 или 72 витка;

- коэффициент отстройки, принимаемый равным 1,6;

- коэффициент трансформации трансформатора тока;

- определяется по выражению (1.2) и принимается большим из двух условий (короткое замыкание и асинхронный ход). Для выбора числа витков тормозной обмотки определяется МДС по тормозной характеристике реле серии ДЗТ-11 из условия минимального торможения  $F_t = 410 \text{ Ав}$ .

Расчётное число витков тормозной обмотки определяется по выражению:

(20)

$$w_{(т.расч.)} = F_t / (I_{т} / \eta_{ТА}) = 410 / (656100 / ((28000 / 5))) = 3,5 \text{ в}$$

где: , а  $I_{max}^3 = I_{max} \cdot U_{ВН} / U_{НН} = 45380 \cdot 347 / 24 = 656100 \text{ A}$

Принимается ближайшее большее число витков по справочным данным  $W_{трасч} = 10$

Чувствительность защиты при отсутствии торможения определяется при двухфазном коротком замыкании на выводах генератора и его работе на холостом ходу:

(21)

$$k_{ч} = (4070 \cdot 347 / 24) / ((28000 / 5) \cdot 3,541) = 3,0$$

где: - полный ток в месте короткого замыкания;

- определяется по формуле (1);

При наличии торможения коэффициент чувствительности определяется соотношением:

(22)

$$k_{ч} = 6235 / 110 = 56,7$$

(23)

Для нахождения предварительно для случая двухфазного короткого замыкания на выводах генератора определяется рабочая и тормозная МДС:

(24)

$$F_p = (4070 \cdot 347 / 24) / ((28000 / 5)) \cdot 144 = 1513 \text{ Ав}$$

где: - число витков рабочей обмотки (144 витка);

(25)

$$F_T = (4070 \cdot 347 / 24) / ((28000 / 5)) \cdot 10 = 105.081 \text{ Ав}$$

где: - ток короткого замыкания со стороны системы;

- принятое число витков тормозной обмотки.

1. Вавин В.Н. Релейная защита блоков генератор-трансформатор./В.Н. Вавин. М: Энергоиздат, 1982. -253 с.
2. Руководящие указания по релейной защите. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110 - 500 кВ. -Выпуск 13Б. М.: Энергоатомиздат, 1985. - 95 с.
3. Какуевичкий Л.И., Смирнова Т.В. Справочник реле защиты и автоматики. -М.: Энергия, 1972. 343 с.
4. Королёв Е.П., Либерзон Э.М. Расчёты допустимых нагрузок в токовых цепях релейной защиты./Э.М.Либерзон,Е.П.Королёв -М.: Энергия, 1980.-208 с.
5. Углов А.В. Методические указания по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Эксплуатация релейной защиты». - Севастополь.: СИЯЭиП, 1999.-75с.
6. Конспект лекций по курсу “Эксплуатация релейной защиты”.

*Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:*

<https://stuservis.ru/kurovaya-rabota/350684>