

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **047235**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.06.24**

(21) Номер заявки  
**202392588**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.10.13**

(51) Int. Cl. **H02H 7/045** (2006.01)  
**G01R 31/62** (2020.01)

---

(54) **СПОСОБ ЗАЩИТЫ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ**

---

(43) **2024.06.21**

(96) **KZ2023/080 (KZ) 2023.10.13**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ  
АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО "ТОРАЙГЫРОВ  
УНИВЕРСИТЕТ" (KZ)**

(56) **KZ-A4-29179  
CN-U-218005867  
US-A-4237512**

(72) Изобретатель:

**Клецель Марк Яковлевич,  
Барукин Александр Сергеевич,  
Динмуханбетова Айгуль  
Жумагельдыевна, Сулейменов Нурлан  
Каиргельдинович (KZ)**

(74) Представитель:

**Ержанов Н.Т. (KZ)**

---

(57) Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты силовых трансформаторов. Технический результат изобретения - повышение быстродействия защиты при коротких замыканиях и предотвращение её ложных срабатываний при бросках тока намагничивания. Способ защиты силового трансформатора от коротких замыканий, при котором пофазно контролируют разность токов в обмотках высшего и низшего напряжений трансформатора, сравнивают эту разность с первой эталонной величиной и, если она превышает первую эталонную величину, формируют сигнал о наличии ненормального режима, до включения трансформатора в работу на безопасном расстоянии от токопровода каждой фазы со стороны его высшего напряжения в заданную точку устанавливают геркон таким образом, чтобы в режимах нагрузки действие магнитных полей от токопроводов двух других фаз на него было минимальным, и чтобы он срабатывал (замыкал свои контакты) при заданной величине тока, после включения трансформатора в работу дополнительно постоянно измеряют величину тока в токопроводе каждой фазы со стороны его высшего напряжения, и, если этот ток больше или равен второй эталонной величине, фиксируют первое срабатывание геркона (замыкание его контактов) и начинают отсчитывать время  $t_1 = 16$  мс, принятое за третью эталонную величину, затем фиксируют второе срабатывание геркона, измеряют время  $t_2$  между первым и вторым срабатываниями, сравнивают  $t_2$  с  $t_1$ , и, если  $t_2 < t_1$ , подают сигнал, разрешающий отключение выключателя трансформатора, и, если имеется сигнал о наличии ненормального режима, отключают трансформатор.

---

**B1**

**047235**

**047235**

**B1**

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты силовых трансформаторов.

Наиболее близким к предлагаемому является способ защиты силового трансформатора от коротких замыканий [Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. М.: Энергия, 1976. 560 с.], при котором пофазно контролируют разность токов в обмотках высшего и низшего напряжений трансформатора, сравнивают эту разность с эталонной величиной и, если она превышает эталонную величину, формируют сигнал о наличии ненормального режима, выпрямляют первую производную упомянутой разности и формируют сигнал дифференциального тока, в течение времени  $t_1$  сравнивают длительность бестоковых пауз  $t_{\text{БП}}$  в этом сигнале с заданным временем  $t_2$ , если за время  $t_1$  ни разу не фиксируют  $t_{\text{БП}} > t_2$  и имеется сигнал о наличии ненормального режима, отключают трансформатор.

Недостатком этого способа является насыщение измерительных трансформаторов тока, из-за чего форма вторичного тока искажается. Это снижает быстродействие защиты при коротких замыканиях и может приводить к её ложным срабатываниям при бросках тока намагничивания.

Технический результат изобретения - повышение быстродействия защиты при коротких замыканиях и предотвращение её ложных срабатываний при бросках тока намагничивания.

Технический результат достигается тем, что в способе защиты силового трансформатора от коротких замыканий, при котором пофазно контролируют разность токов в обмотках высшего и низшего напряжений трансформатора, сравнивают эту разность с первой эталонной величиной и, если она превышает первую эталонную величину, формируют сигнал о наличии ненормального режима, дополнительно до включения трансформатора в работу на безопасном расстоянии от токопровода каждой фазы со стороны его высшего напряжения в заданную точку устанавливают геркон таким образом, чтобы в режимах нагрузки действие магнитных полей от токопроводов двух других фаз на него было минимальным, и чтобы он срабатывал (замыкал свои контакты) при заданной величине тока, после включения трансформатора в работу дополнительно постоянно измеряют величину тока в токопроводе каждой фазы со стороны его высшего напряжения, и, если этот ток больше или равен второй эталонной величине, фиксируют первое срабатывание геркона (замыкание его контактов) и начинают отсчитывать время  $t_1 = 16$  мс, принятое за третью эталонную величину, затем фиксируют второе срабатывание геркона, измеряют время  $t_2$  между первым и вторым срабатываниями, сравнивают  $t_2$  с  $t_1$ , и, если  $t_2 < t_1$ , подают сигнал, разрешающий отключение выключателя трансформатора, и, если имеется сигнал о наличии ненормального режима, отключают трансформатор.

Предотвращение ложных срабатываний защиты при бросках тока намагничивания (БТН), в сравнении с прототипом, обеспечивается за счет блокировки её действия после первого срабатывания геркона. Это же позволяет повысить её быстродействие, так как при насыщении трансформаторов тока для срабатывания защиты в прототипе может требоваться до 40 мс, а в предлагаемом способе, формирующем сигнал на отключение выключателя после второго срабатывания геркона - не более 16 мс.

Способ может быть реализован с помощью устройства, показанного на фиг. 1, где 1 - силовой трансформатор; 2 - токопровод фазы со стороны его высшего напряжения; 3, 4 - трансформаторы тока; 5 (БРЗ) - блок релейной защиты; 6 - геркон; 7 (БФ) - блок фиксации первого срабатывания геркона; 8 (БОЭВ) - блок отсчета эталонного времени; 9 (СЧ) - счетчик; 10 (БСиЗ) - блок сравнения и запрета срабатывания защиты; 11 (БВ) - блок возврата устройства в исходное положение; 12 (ИЛИ) - элемент ИЛИ; 13 (ВР) - выходное реле; 14 - выключатель. На фиг. 1 представлена реализация устройства для фазы А (для фаз В и С всё аналогично).

До включения трансформатора 1 в работу геркон 6 устанавливают на безопасном по ПУЭ расстоянии от токопровода 2 соответствующей фазы. При этом координаты его установки определяют с учетом того, чтобы в режимах нагрузки действие магнитных полей от токопроводов двух других фаз было минимальным, и геркон срабатывал при величине тока  $2,2I_{\text{ном}}$  в токопроводе 2. Такая установка позволяет обеспечить его несрабатывание в режимах нагрузки и при периодических БТН, ток которых, как правило, не превышает  $2I_{\text{ном}}$  [Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. М.: Энергия, 1976. 560 с].

При отсутствии повреждения в защищаемой зоне блок 5 релейной защиты не срабатывает. При КЗ в защищаемой зоне он срабатывает и подает сигнал на вход блока 10 сравнения и запрета срабатывания защиты. Если  $I_{\text{КЗ}} < 2,2I_{\text{ном}}$ , то геркон 6 не срабатывает, и на вход блока 10 не приходит запрещающий работу защиты сигнал от блока 7 фиксации его первого срабатывания. Через выдержку времени 3 мс, установленную в блоке 10, с его выхода через элемент ИЛИ 12 и выходное реле 13 подается сигнал на отключение выключателя 14. Если  $I_{\text{КЗ}} > 2,2I_{\text{ном}}$ , то геркон 6 срабатывает (замыкает свои контакты).

Благодаря выдержке в 3 мс геркон 6 успевает сработать и запретить работу защиты. Для снятия запрета необходимо второе срабатывание геркона 6, которое отсчитывается счетчиком 9. Для этого при значительной апериодической слагающей в токе КЗ нужно не более 15 мс после первого срабатывания геркона. С запасом в блоке 8 отсчета эталонного времени установлена выдержка 16 мс. На фиг. 2 и 3 в качестве примера показана работа геркона 6, установленного на безопасном расстоянии от токопровода 2 фазы В со стороны высшего напряжения силового понижающего (10/6 кВ) трансформатора 1 мощностью 6,3 МВ · А: а) на фиг. 2 - при двухфазном КЗ АВ на выводах низшего напряжения трансформатора 1; б) на фиг. 3 - при БТН. Здесь точки а и с соответствуют моментам первого и второго срабатывания (замы-

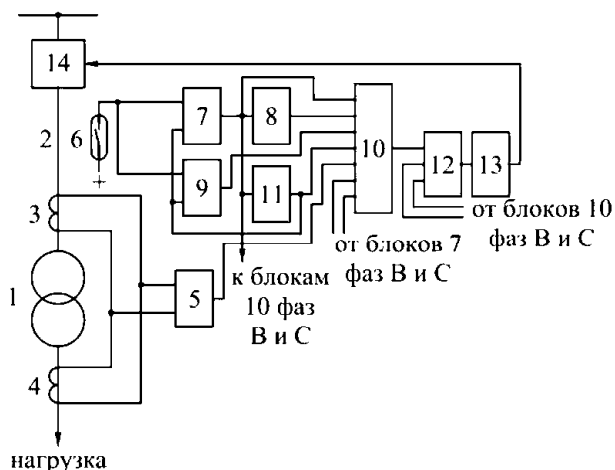
кания контактов) геркона 6, а точка b - моменту возврата (размыкания контактов) геркона 6. На рассмотренном примере видно, что при БТН геркон 6 не успевает сработать второй раз за 16 мс, а при КЗ срабатывает. Счетчик 9 фиксирует это и подает сигнал на блок 10, который снимает запрет на срабатывание защиты. С выхода блока 10 через элемент ИЛИ 12 и выходное реле 13 подается сигнал на отключение выключателя 14. Как показано на фиг. 1, для подачи сигнала на отключение выключателя 14 достаточно наличие выходного сигнала от блока 10 любой из фаз. Через 0,5 с, установленных в блоке 11 возврата устройства в исходное положение (отсчет начинается после первого срабатывания геркона 6), осуществляется сброс блока 7, блока 10 и счетчика 9.

Как упомянуто выше, выбранная уставка срабатывания геркона 6 позволяет обеспечить его несрабатывание при периодических БТН. Однако из-за несрабатывания геркона 6 не осуществляется подача запрещающего сигнала на блок 10, на который приходит сигнал от срабатывающего при БТН блока 5 релейной защиты. Таким образом, будет происходить ложное срабатывание защиты. Так как в двух других фазах при БТН ток апероодический и может достигать по величине  $5 \cdot I_{ном}$ , то герконы 6 этих фаз срабатывают. Для предотвращения ложного срабатывания защиты при БТН предусмотрена подача запрещающего сигнала от блока 7 каждой из фаз на входы блоков 10 двух других фаз.

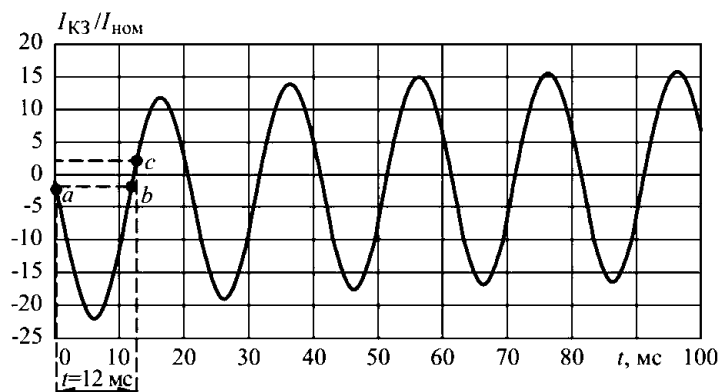
Исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP09058249).

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

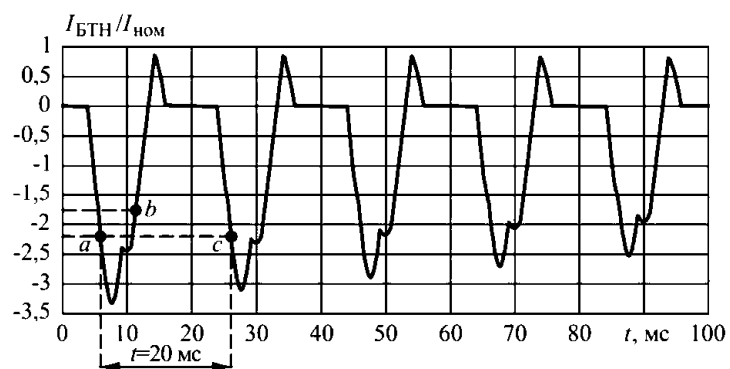
Способ защиты силового трансформатора от коротких замыканий, при котором пофазно контролируют разность токов в обмотках высшего и низшего напряжений трансформатора, сравнивают эту разность с первой эталонной величиной и, если она превышает первую эталонную величину, формируют сигнал о наличии ненормального режима, отличающийся тем, что до включения трансформатора в работу на безопасном расстоянии от токопровода каждой фазы со стороны его высшего напряжения в заданную точку устанавливается геркон таким образом, чтобы в режимах нагрузки действие магнитных полей от токопроводов двух других фаз на него было минимальным, и чтобы он срабатывал (замыкал свои контакты) при заданной величине тока, после включения трансформатора в работу дополнительно постоянно измеряют величину тока в токопроводе каждой фазы со стороны его высшего напряжения, и, если этот ток больше или равен второй эталонной величине, фиксируют первое срабатывание геркона (замыкание его контактов) и начинают отсчитывать время  $t_1=16$  мс, принятое за третью эталонную величину, затем фиксируют второе срабатывание геркона, измеряют время  $t_2$  между первым и вторым срабатываниями, сравнивают  $t_2$  с  $t_1$ , и, если  $t_2 < t_1$ , подают сигнал, разрешающий отключение выключателя трансформатора, и, если имеется сигнал о наличии ненормального режима, отключают трансформатор.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

