



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К ПАТЕНТУ

(21) 2016/0088.1

(22) 01.02.2016

(45) 15.08.2017, бюл. №15

(72) Клецель Марк Яковлевич; Машрапов Бауржан Ерболович; Талипов Олжас Манарбекович

(73) Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова" Министерства образования и науки Республики Казахстан

(56) SU 1718288 A2, 07.03.1992

KZ 18938 A, 15.11.2007

SU 1429193 A1, 07.10.1988

## (54) СПОСОБ НАСТРОЙКИ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК НА ГЕРКОНАХ

(57) Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для настройки токовой защиты электроустановок от коротких замыканий. Способ настройки токовой защиты электроустановок на герконах, при котором, исходя из известных соображений о возможной наибольшей чувствительности и удобства закрепления геркона вблизи ее шин, выбирают точку А на безопасном расстоянии от этих шин, рассчитывают  $I_{сз}$  в шине, при котором должна сработать защита, и напряженность  $H_A$  в точке А при этом токе, выбирают первый геркон, имеющий магнитодвижущую силу срабатывания -  $F_{ср1}$  такую,

что  $\frac{F_{ср1}}{l_1} = H_A$ , где  $l_1$  - длина катушки

индуктивности, с помощью которой измеряют  $F_{ср1}$ , и устанавливают его в точку А, первый геркон снабжают обмоткой, и подают в токоведущие шины

электроустановки от постороннего источника ток

$I_1 \ll I_{сз}$ , измеряют напряжение  $E_1$  на ее концах,

отключают посторонний источник, рассчитывают напряжение  $E_2$ , которое было бы на концах обмотки, если бы не было неточностей закрепления и искажений поля, и истинную напряженность  $H_{Аист.}$  поля в точке А при токе  $I_{сз}$  в шинах

$H_{Аист.} = \frac{E_1}{E_2} \cdot H_A$ , далее находят второй геркон,

имеющий такую магнитодвижущую силу  $F_{ср2}$ , что

$\frac{F_{ср2}}{l_2} = H_{Аист.}$ , где  $l_2$  - длина обмотки катушки

индуктивности, с помощью которой измеряют  $F_{ср2}$ , и устанавливают его в точку А вместо первого геркона, затем в шины подают ток  $I_1$  и измеряют ЭДС  $E_3$  на выводах обмотки, далее проверяют равенство  $E_1 = E_3$ , если оно выполняется, то прекращают операции, если - нет, то изменяют положение второго геркона так, чтобы  $E_1 = E_3$ , если не удастся подобрать второй геркон, такой, чтобы

$\frac{F_{ср2}}{l_2} = H_{Аист.}$  и  $\frac{F_{ср2}}{l_2} > H_{Аист.}$ , то

дополнительно в обмотку второго геркона подают постоянный ток, постепенно увеличивая его до тех пор, пока второй геркон не сработает при  $H_{Аист.}$  Технический результат: повышение точности настройки токовой защиты.

Экономический эффект - снижение затрат на ремонт электрооборудования в результате уменьшения их повреждений при коротких замыканиях за счет повышения точности настройки токовой защиты.

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для настройки токовой защиты электроустановок от коротких замыканий.

Известен способ настройки токовой защиты электроустановок на герконе, при котором геркон снабжают двумя обмотками, устанавливают его в расчетной точке вблизи токопроводящей шины защищаемой электроустановки, подают ток от постороннего источника в шину и измеряют ЭДС на первой обмотке, затем подают ток от постороннего источника во вторую обмотку и измеряют ЭДС, при которой срабатывает геркон, затем от этого источника подают ток в шину соседней установки и измеряют ЭДС на первой обмотке, далее меняют положение геркона так, чтобы ЭДС первой обмотки стало минимальным, подают токи  $I_1$  и  $I_2$  в шину защищаемой электроустановки и измеряют ЭДС первой обмотки, и по соотношениям этих ЭДС судят о токе  $I_{cp}$  в шине, при котором срабатывает защита [А.с. 1429193 СССР Клецель М.Я., Мусин А.Х., Поляков В.Е., опубл. 1988, бил. №37].

Однако осуществление этого способа требует больших трудозатрат и подачи в токопроводящую шину токов, соизмеримых с токами короткого замыкания. К тому же способ часто оказывается недостаточно точным, так как трудно подобрать

геркон с  $H_{cp} = \frac{F_{cp}}{l} = H_{расч}$ , где  $F_{cp}$  - намагничивающая сила срабатывания,  $H_{расч}$  - напряженность в расчетной точке. Кроме того, влияние неточностей установки геркона в расчетную точку при этом способе учитывается очень грубо, а влияние формы токопроводящей шины и искажения магнитного поля из-за установки в расчетную точку геркона не учитываются совсем.

Наиболее близким к предлагаемому является способ настройки токовой защиты электроустановок на герконах, при котором, исходя из известных соображений о возможной наибольшей чувствительности и удобства закрепления геркона вблизи ее шин, выбирают точку А на безопасном расстоянии от этих шин, рассчитывают  $I_{с3}$  в шине, при котором должна сработать защита, и напряженность  $H_A$  в точке А при этом токе, выбирают первый геркон, имеющий магнитодвижущую силу срабатывания -  $F_{cp1}$  такую,

что  $\frac{F_{cp1}}{l_1} = H_A$ , где  $l_1$  - длина катушки

индуктивности, с помощью которой измеряют  $F_{cp1}$ , и устанавливают его в точку А [Клецель М.Я., Мусин В.В. Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты без трансформаторов тока на герконах// Промышленная энергетика, 1990. №4. - с.32-36.].

Недостатками данного способа являются недостаточная точность настройки из-за трудностей

в подборе геркона с  $H_{cp} = \frac{F_{cp}}{l} = H_A$ , недостаточно точный, хотя менее грубый, чем у

аналога, учет влияния неточностей установки геркона в точку А, а также отсутствие учета влияния формы токопроводящей шины и искажения магнитного поля из-за установки в точку А геркона, а также трудности в обеспечении выбора геркона с необходимой  $F_{cp}$ .

Технический результат - повышение точности способа настройки токовой защиты электроустановок на герконах за счет учета влияния погрешностей установки геркона, учета формы токопроводящей шины и искажения поля, возможность обеспечения выбора геркона с необходимым  $F_{cp}$ .

Технический результат достигается тем, что в способе настройки токовой защиты на герконах, при котором, исходя из известных соображений о возможной наибольшей чувствительности и удобства закрепления геркона вблизи ее шин, выбирают точку А на безопасном расстоянии от этих шин, рассчитывают  $I_{с3}$  в шине, при котором должна сработать защита, и напряженность  $H_A$  в точке А при этом токе, выбирают первый геркон, имеющий магнитодвижущую силу срабатывания -

$F_{cp1}$  такую, что  $\frac{F_{cp1}}{l_1} = H_A$ , где  $l_1$  - длина катушки

индуктивности, с помощью которой измеряют  $F_{cp1}$ , и устанавливают его в точку А, дополнительно первый геркон снабжают обмоткой, и подают в токопроводящие шины электроустановки от постороннего источника ток  $I_1 \ll I_{с3}$ , измеряют напряжение  $E_1$  на ее концах, отключают посторонний источник, рассчитывают напряжение  $E_2$ , которое было бы на концах обмотки, если бы не было неточностей закрепления и искажений поля, и истинную напряженность  $H_{Аист.}$  поля в точке А при

токе  $I_{с3}$  в шинах  $H_{Аист.} = \frac{E_1}{E_2} \cdot H_A$ , далее находят

второй геркон, имеющий такую магнитодвижущую силу  $F_{cp2}$ , что  $\frac{F_{cp2}}{l_2} = H_{Аист.}$ , где  $l_2$  - длина

обмотки катушки индуктивности, с помощью которой измеряют  $F_{cp2}$ , и устанавливают его в точку А вместо первого геркона, затем в шины подают ток  $I_1$  и измеряют ЭДС  $E_3$  на выводах обмотки, далее проверяют равенство  $E_1 = E_3$ , если оно выполняется, то прекращают операции, если - нет, то изменяют положение второго геркона так, чтобы  $E_1 = E_3$ , если не удастся подобрать второй геркон, такой, чтобы  $\frac{F_{cp2}}{l_2} = H_{Аист.}$ , и  $\frac{F_{cp2}}{l_2} > H_{Аист.}$ , то дополнительно в обмотку, второго геркона подают постоянный ток, постепенно увеличивая его до тех пор пока второй геркон не сработает при  $H_{Аист.}$ .

На фиг.1 представлено устройство, реализующее заявляемый способ.

Способ настройки токовой защиты на герконе может быть реализован с помощью устройства (фиг.1), в котором на геркон 1 надевают обмотку 2 и располагают под шинами 3 электроустановки. К

выводам обмотки 2 подключают вольтметр 4. Источник трехфазного переменного тока 5 (ИТ) подключают через амперметр 6 к шинам 3.

В качестве геркона 1 может быть использован геркон типа КЭМ-1, обмотки 2 - обмотка герконового реле РПГ-2-2201.

Перед установкой геркона вблизи шин 3 электроустановки выбирают вид короткого замыкания (КЗ), на который должна реагировать защита, междуфазное АВ, ВС или АС или однофазное КЗ на землю фазы А, В или С. Затем, исходя из известных соображений о возможной наибольшей чувствительности и удобства установки, выбирают точку А вблизи шин 3 электроустановки на безопасном расстоянии, при закреплении геркона 1 в которой защита будет обладать наибольшей чувствительностью к выбранному виду КЗ. Необходимость в выборе вида КЗ обусловлена тем, что на одном герконе построить защиты с максимальной чувствительностью сразу от нескольких видов КЗ не представляется возможным. Так для защиты электроустановки от однофазных КЗ на землю в сетях с заземленной нейтралью, например для фазы С, точка А (фиг.1) находится на безопасном расстоянии непосредственно под шиной 3 фазы С электроустановки. Затем теоретически рассчитывают ток  $I_{c3}$  в шине 3, при котором должен срабатывать геркон, и напряженность  $H_A$  в точке А при этом токе по методике, приведенной в [Клецель М.Я., Мусин В.В. Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты без трансформаторов тока на герконах// Промышленная энергетика, 1990. № 4. - с.32-36]. Далее подбирают первый геркон 1 с такой магнитодвижущей силой

(МДС)  $F_{cp1}$  срабатывания, что  $\frac{F_{cp1}}{l_1} = H_A$ , где  $l_1$  -

длина катушки индуктивности, с помощью которой определялась  $F_{cp1}$ . После выбора первого геркона 1 на него надевают обмотку 2 и устанавливают в точку А в плоскости, перпендикулярной плоскости поперечного сечения шины 3, перпендикулярно оси шины 3. К обмотке 2 подключают вольтметр 4, а к шинам 3 через амперметр 6 подключают посторонний источник тока 5 (ИТ). Затем в шины 3 подают ток  $I_1 \ll I_{c3}$ , и одновременно измеряют ЭДС  $E_1$  на выводах обмотки 2 с помощью вольтметра 4 и значение тока  $I_1$  в шинах с помощью амперметра 6. После снятия показания приборов рассчитывают напряженность  $H_1$  в точке А при токе  $I_1$  (по закону Био-Савара Лапласа), затем ЭДС  $E_2$  на выводах обмотки 2 по формуле

$$E_2 = 2\pi f W S \mu_0 \frac{H_1}{g_c}$$

где  $f$  - частота питающей сети, 50 Гц;

$W$  - количество витков обмотки 2;

$S$  - площадь поперечного сечения обмотки 2;

$\mu_0$  - магнитная постоянная,  $4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м;

$g_c$  - коэффициент, зависящий от расположения шин 3 электроустановку, расстояние между ними и

угла между горизонтальной плоскостью и продольной осью геркона.

При этом значение  $E_2$  и  $H_1$  рассчитывается без учета погрешностей, вызванных неточностью установки, искажения поля и формы шин 3. После этого вычисляется коэффициент  $k$ , учитывающий указанные погрешности, по формуле

$$k = \frac{E_1}{E_2}$$

Затем вычисляется истинная напряженность  $H_{Aист.}$  поля в точке А при токе  $I_{c3}$  по формуле

$$H_{Aист.} = k \cdot H_A.$$

Далее выбирается второй геркон с такой МДС срабатывания  $F_{cp2}$ , что  $\frac{F_{cp2}}{l_2} = H_{Aист.}$ , и

устанавливается в точку А вместо первого геркона 1. Затем проверяется точность установки второго геркона. Для этого в шины 3 подается ток  $I_1$  и измеряется ЭДС  $E_3$  на выводах обмотки 2. Если  $E_1 = E_3$ , то второй геркон установлен верно, если - нет, то изменяют положение второго геркона, до тех пор пока не выполнится равенство  $E_1 = E_3$ .

В случае, если второй геркон с необходимой  $F_{cp}$ , не удастся подобрать, то в обмотку 2 от источника постоянного тока (на фиг.1 не показан) подают ток, постепенно увеличивая его до тех пор пока второй геркон не сработает при  $H_{Aист.}$ . При этом предварительно добиваются  $E_1 = E_3$ .

Таким образом заявляемый способ позволяет настраивать токовую защиту на герконах более точно, чем способ прототип.

Экономический эффект - снижение затрат на ремонт электрооборудования в результате уменьшения их повреждений при коротких замыканиях за счет повышения точности настройки токовой защиты.

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ настройки токовой защиты электроустановок на герконах, при котором, исходя из известных соображений о возможной наибольшей чувствительности и удобства закрепления геркона вблизи ее шин, выбирают точку А на безопасном расстоянии от этих шин, рассчитывают  $I_{c3}$  в шине, при котором должна сработать защита, и напряженность  $H_A$  в точке А при этом токе, выбирают первый геркон, имеющий магнитодвижущую силу срабатывания -  $F_{cp1}$  такую,

что  $\frac{F_{cp1}}{l_1} = H_A$ , где  $l_1$  - длина катушки

индуктивности, с помощью которой измеряют  $F_{cp1}$ , и устанавливают его в точку А, отличающийся тем, что дополнительно первый геркон снабжают обмоткой, и подают в токоведущие шины электроустановки от постороннего источника ток  $I_1 \ll I_{c3}$ , измеряют напряжение  $E_1$ , на ее концах, отключают посторонний источник, рассчитывают напряжение  $E_2$ , которое было бы на концах обмотки,

если бы не было неточностей закрепления и искажений поля, и истинную напряженность  $H_{\text{Аист.}}$  поля в точке А при токе  $I_{\text{сз}}$  в шинах

$$H_{\text{Аист.}} = \frac{E_1}{E_2} \cdot H_A,$$

далее находят второй геркон,

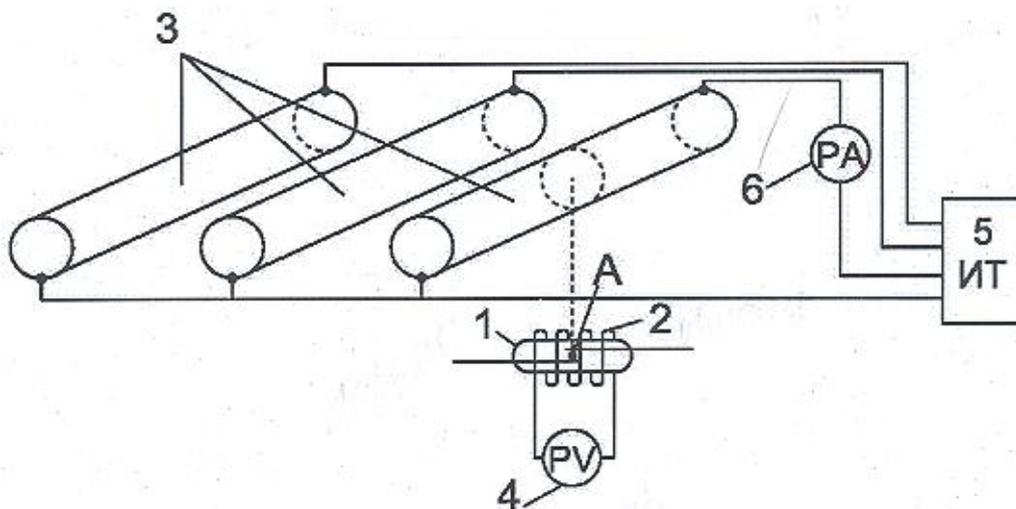
$$F_{\text{ср2}}/l_2 = H_{\text{Аист.}}$$

где  $l_2$  - длина обмотки катушки индуктивности, с помощью которой измеряют  $F_{\text{ср2}}$ , и устанавливают его в точку А вместо первого геркона, затем в шины подают ток  $I_1$  и измеряют

ЭДС  $E_3$  на выводах обмотки, далее проверяют равенство  $E_1 = E_3$ , если оно выполняется, то прекращают операции, если - нет, то изменяют положение второго геркона так, чтобы  $E_1 = E_3$ , если не удастся подобрать второй геркон, такой, чтобы

$$F_{\text{ср2}}/l_2 = H_{\text{Аист.}}, \quad \text{и} \quad F_{\text{ср2}}/l_2 > H_{\text{Аист.}}$$

то дополнительно в обмотку второго геркона подают постоянный ток, постепенно увеличивая его до тех пор, пока второй геркон не сработает при  $H_{\text{Аист.}}$ .



Фиг. 1