



# XI GLOBAL SCIENCE

AND INNOVATIONS 2020: CENTRAL ASIA

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
PRACTICAL JOURNAL**



Nur-Sultan, Kazakhstan



УДК 621.316.925

## ДИСТАНЦИОННЫЙ ВЫБОР УСТАВОК СРАБАТЫВАНИЯ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

**Исабеков Даурен Джамбулович**

Доктор PhD, ассоциированный профессор (доцент) факультета энергетики и компьютерных наук,  
НАО «Торайгыров университет»  
Павлодар, Казахстан

***Аннотация:** в настоящей статье автор рассматривает примеры реализации токовых защит с дистанционным выбором уставок срабатывания, посредством микродвигателей для защиты электроустановок, напряжением 6-10кВ, при использовании магниточувствительных элементов - герконов. Представленные защиты могут использоваться вместо или дублировать традиционные токовые защиты, выполненных с применением трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками.*

***Ключевые слова:** микродвигатель, геркон, пластина, токовая защита, уставка срабатывания защиты.*

Принципиально нерешенной проблемой в области электроэнергетики считается построение релейной защиты высоковольтных электроустановок без использования традиционных трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками, о чем не раз упоминалось на международных конференциях по большим энергетическим системам (CIGRE) [1-2]. Данные трансформаторы тока весьма металлоемки, громоздки и имеют дорогую изоляцию [3]. Несмотря на активное использование традиционных токовых защит, в том числе и на микропроцессорной базе, по сравнению с ними герконы же в свою очередь, как известно обладают рядом важных для релейной защиты преимуществами по сравнению с другими магниточувствительными элементами [4-8]. Доказательством этому являются известные разработанные принципы построения токовых защит [9-11]. При всем при этом для целого ряда электроустановок еще не рассматривались вопросы, касающиеся самой возможности использования герконов для построения сказанных выше защит, их установки вблизи токоведущих шин на безопасном расстоянии и дистанционного выбора уставок срабатывания защит [12-13].

Дистанционный выбор уставок срабатывания токовых защит электроустановок можно представить, рассмотрев два устройства, предназначенных для этого.

**1. Устройство дистанционного выбора уставок срабатывания токовых защит электроустановок.** Принцип работы данного устройства рассмотрим на примере его реализации в ячейке КРУ. Регулирование параметров срабатывания токовой защиты от коротких замыканий осуществляют путем приближения к токоведущей шине 1 пластины 2 с герконами 3- 5 каждой фазы (рис. 1а,б). Для одной защиты используют один из трёх герконов. В шинном отсеке ячейки на безопасном расстоянии равного 0,12 м от токоведущих шин 1 устанавливают три устройства дистанционного выбора уставок срабатывания, а в шкафу защиты ячейки подключают к ним времязадающий и исполнительный органы. Продольное и поперечное перемещение пластины 2 с герконами 3- 5 осуществляется с помощью двух микродвигателей, посредством винтовой передачи.

Продольное перемещение данной пластины 2 с герконами 3- 5 вдоль токоведущей шины 1 в ячейке КРУ (рис. 1а,б), осуществляется включением первого микродвигателя 6, закреплённого на первой поддерживающей планке 7 по или против часовой стрелки, при этом пластина 2 с герконами 3-5 приходит в движение и движется вверх - вниз по первому



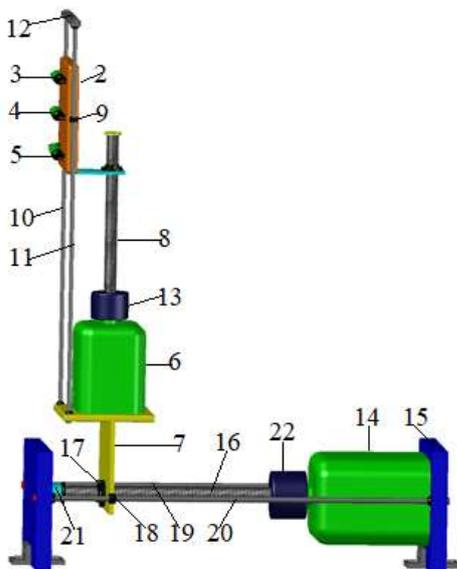
приводному валу 8, с обеих сторон данной пластины 2 установлены первые ушки 9, через которые при движении проходят первая 10 и вторая 11 ходовые оси, перемещение пластины 2 в верхней части осуществляется до ограничительного упора 12, а в нижней части до первой муфты 13.

Поперечное перемещение пластины 2 с герконами 3-5 до той же токоведущей шины 1 выполняют включением второго микродвигателя 14 закреплённого на второй поддерживающей планке 15 по или против часовой стрелки, при этом осуществляет движение по второму приводному валу 16 в направлении кили от токоведущей шины 1, с обеих сторон держателя 17 установлены вторые ушки 18, через которые при движении проходят третья 19 и четвёртая 20 ходовые оси, при чём на держателе 17 крепится первая поддерживающая планка 7 с установленными на ней первым электродвигателем 6 с первым приводным валом 8 и пластиной 2 с герконами (рис. 1а,б). Перемещение пластины 2 в направлении к токоведущей шине 1 осуществляется до полого цилиндра 21, а в направлении от данной токоведущей шины 1 до второй муфты 22 (рис. 1а).

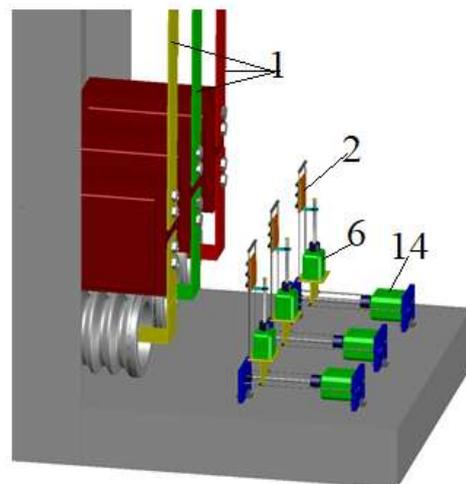
Перед установкой устройства в ячейку рассчитывают расстояние и угол, под которым герконы 3-5 должны находиться по отношению к силовым линиям магнитного поля, создаваемого током в токоведущей шине 1 до данных герконов, а также рассчитывают значение тока срабатывания токовой защиты в токоведущей шине 1, при котором должна сработать токовая защита и по табличным данным принимают герконы 3-5 с заданной магнитодвижущей силой срабатывания (МДС) (рис. 1б).

В режиме номинальной нагрузки по защищаемому силовому трансформатору протекает ток, не превосходящий его максимальный рабочий, и на герконы 3-5 действует магнитное поле, величина индукции которого недостаточна для их срабатывания и защита не срабатывает (рис. 1б).

При возникновении короткого замыкания на выводах защищаемой электроустановки, ток в токоведущих шинах 1 становится больше тока срабатывания защиты. Поэтому один из герконов 3-5 замыкает свои контакты и подает сигнал на вход времязадающего органа, который через выдержку времени подает сигнал на вход исполнительного органа. Исполнительный орган срабатывает и подает сигнал на отключение выключателя электроустановки.



а)

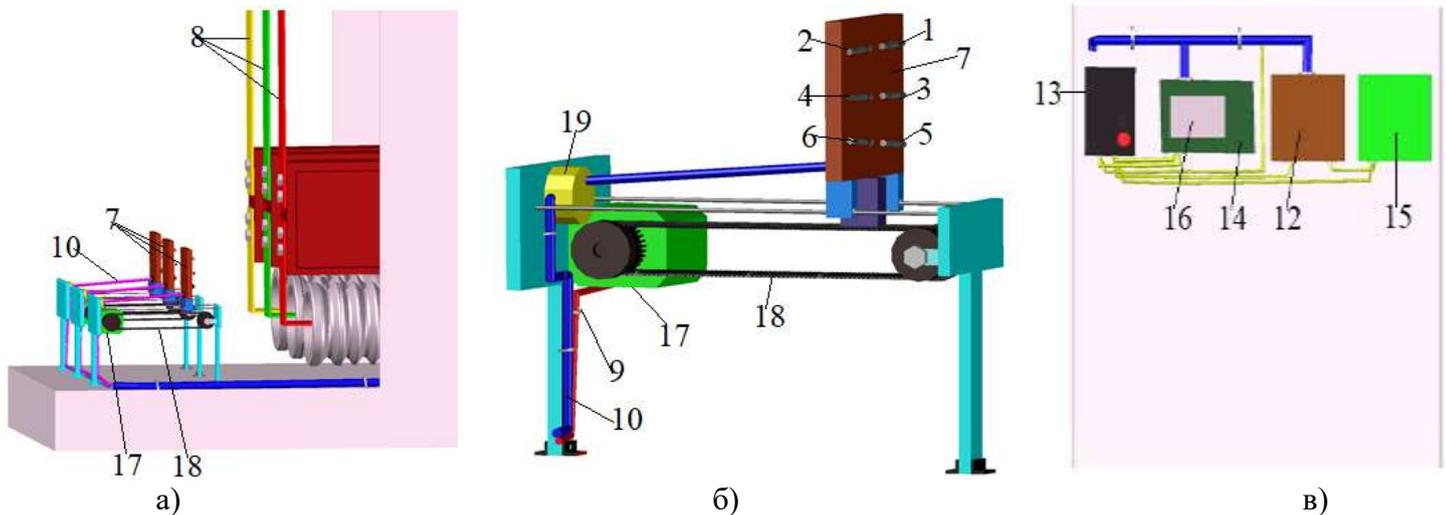


б)

Рисунок 1-Устройство дистанционного выбора уставок срабатывания: а) общий его вид; б) размещение устройства в ячейке.



**2. Устройство токовой защиты электроустановок.** Работу представленного устройства рассмотрим на примере защиты электроустановки, подключенной к ячейке КРУ. Защита выполняется с помощью одного из шести герконов 1-6, размещенных на пластине 7 и имеющих разные МДС, расположенных в плоскости поперечного сечения токоведущей шины 8 (рис.2а,б). При этом рассчитываются уставки токовых защит и к примеру, выбирается геркон 3. Данный геркон 3 располагают под углом  $0^{\circ}$  относительно плоскости поперечного сечения токоведущей шины 8. Затем в кабельный отсек на безопасном расстоянии - 0,12м. от токоведущих шин 8 устанавливают три блока крепления герконов, прокладывают кабели 9 и 10 в рукав 11 (рис.2б). В шкафу защиты размещают и подключают времязадающий орган 12, автоматический выключатель 13, панель управления 14 и исполнительный орган 15 (рис.2в). Далее включают автоматический выключатель 13, подавая питание на все элементы рассматриваемого устройства. На сенсорном дисплее 16 панели управления 14 высвечивается расстояние от токоведущих шин 8, на котором на данный момент находится пластина 7.



а) блок крепления герконов; б) расположение блоков крепления герконов в ячейке КРУ; в) расположение панели управления, времязадающего и исполнительного органа в шкафу защиты ячейки КРУ

Рисунок 2- Устройство токовой защиты электроустановок

Далее нажатием виртуальной кнопки «Вперед» (не показанной на чертеже) на дисплее 16 запускают микродвигатель 17, который посредством ременной передачи 18 перемещает пластину 7 ближе к токоведущим шинам 8 (рис.2б). При перемещении пластины 7 длина кабеля 9 во избежание его провеса фиксируется с помощью сматывающего механизма 19 (рис.2а). После того как на дисплее 16 высветится необходимое значение расстояния отпускают кнопку «Вперед» (рис.2в). При этом геркон 3 будет установлен на необходимом расстоянии от токоведущих шин 8. Аналогично настраивают остальные блоки крепления герконов.

При возникновении короткого замыкания на выводах защищаемой электроустановки, ток в токоведущих шинах 8 становится больше тока срабатывания защиты. Вследствие чего геркон 3 замыкает свои контакты и подаёт сигнал на вход времязадающего органа 12, который через выдержку времени подает сигнал на вход исполнительного органа 15 (рис.2в).

**Выводы.** Предложенные устройства посредством перемещения герконов относительно плоскости токоведущих шин с помощью микродвигателей с точностью до 1 мм. позволяют осуществить дистанционный выбор уставок токовых защит без отключения



защищаемой электроустановки. При этом отсутствие цифровых частей и привязанности к интернет соединению отвечает актуальному вопросу кибербезопасности в релейной защите - неподверженности кибератакам, а низкая себестоимость герконов, отсутствие использования металлоёмких и дорогих по стоимости трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками в свою очередь уменьшают материальные затраты на построение токовых защит различных электроустановок. Данные устройства являются универсальными и могут размещаться как например, как в ячейке КРУ (любой серии), так и внутри токопроводов и использоваться для защиты любых электроустановок.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Дьяков А.Ф. Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по матер. 39-й сессии СИГРЭ, Париж) // Энергетика за рубежом. – 2004. – №4. С.7-16.
- 2 Кожович Л.А., Бишоп М.Т. Современная релейная защита с датчиками тока на базе катушки Роговского // Современные направления развития релейной защиты и автоматики энергосистем: сб. докл. междунар. науч.-технич. конф. // Москва: Научно-инженерное информационное агентство, 2009. – С. 39-48.
- 3 Казанский В.Е. Измерительные преобразователи тока в релейной защите // Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 240 с.
- 4 Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов. – Изд. 4-е, перер. и доп. – М.: Высшая школа, 2006. – 639 с.
- 5 Шнейерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
- 6 Патент Республики Казахстан №32211, МПК H02H 3/08. Установка по проверке максимальной токовой защиты линий электропередач // Исабеков Д.Д.; опубл. 30.06.2017г., Бюл. №12.
- 7 Патент Республики Казахстан №32212, МПК H02H 3/08. Установка по проверке максимальной токовой защиты линии электропередач и силового трансформатора // Исабеков Д.Д.; опубл. 30.06.2017г., Бюл. №12.
- 8 Патент Республики Казахстан №33108, МПК H02H 3/08. Устройство для токовой защиты // М.Я.Клецель, Б.Е.Машрапов, Д.Д.Исабеков; опубл. 17.09.18, Бюл. №35.
- 9 Патент Российской Федерации № 2704792, МПК H02H 3/08. Устройство для токовой защиты электроустановки // М.Я. Клецель, Д.Д. Исабеков, А.П. Кислов, И.И. Шолохова; опубл. 31.10.19, Бюл. №31.
- 10 Патент Республики Казахстан №34367, МПК H02H 3/08. Устройство максимальной токовой защиты на герконах // Исабеков Д.Д., Клецель М.Я., Машрапов Б.Е., Бабашев С.М.; опубл. 05.06.2020г., Бюл. №22
- 11 Патент Республики Казахстан №34420, МПК H02H 3/08. Установка для исследования электромагнитного поля внутри комплектного распределительного устройства // Исабеков Д.Д.; опубл. 26.06.2020г., Бюл. №25.
- 12 Д.Д. Исабеков, О.М.Талипов. Максимальная токовая защита электроустановок, подключенных к ячейкам комплектных распределительных устройств // «Вестник ПГУ» № 2, 2020г. С.188-192.
- 13 Патент Российской Федерации № 2670720, МПК G01R 33/02. Устройство для крепления герконов в ячейках комплектных распределительных устройств // М.Я.Клецель, О.М. Талипов, Д.Д. Исабеков, И.И. Шолохова; опубл. 24.10.18, Бюл. №34.



Научноиздание

**МАТЕРИАЛЫ**  
Международного научно-методического  
журнала  
**«GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2020:  
CENTRAL ASIA»**

Сборник научных статей  
Ответственный редактор – Е. Абиев  
Технический редактор – Е. Есім

Подписано в печать 20.12.2020.  
Формат 190x270. Бумага офсетная. Печать СР  
Усл. печ. л. 25 п.л. Тираж 10 экз.