

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2023)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/SMUR2431>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.,	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/CAKA9312>***А. Г. Калтаев**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

*e-mail: abdulla911@mail.ru

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТЫ N ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ

Показано, что современные защиты электродвигателей на магниточувствительных элементах обладают неоспоримым преимуществом перед традиционными защитами, использующими металлоемкие и громоздкие трансформаторы тока. Предложено устройство для защиты N электродвигателей от коротких замыканий, которое в отличие от традиционных защит использует в качестве датчиков тока – герконы. Отмечены достоинства предложенной групповой защиты N электродвигателей. Показан алгоритм действия защиты, основанный на контроле одновременного срабатывания поляризованных герконов, установленных вблизи одноимённых токопроводов фаз питающего ввода и токопроводов фаз N электродвигателей, при повреждениях на шинах питающего ввода и на электродвигателях. Предложена конструкция для крепления герконов в коробке выводов мощных электродвигателей, а также описан способ крепления конструкции в коробке выводов, а именно на её внутренней крышке, что значительно облегчает монтаж датчиков тока вблизи токопроводов фаз электродвигателя. Предложено для повышения надежности функционирования устройства контролировать целостность катушек управления герконов, обрыв которых может привести к ложному замыканию контактов поляризованных герконов, или к залипанию их контактов, что приводит к ложному срабатыванию или не срабатыванию защиты.

Ключевые слова: релейная защита, групповая защита, электродвигатели, герконы, диагностика.

Введение

Принцип сравнения фаз токов уже давно используется при построении защит линий, трансформаторов [1, 2], шин [3], а также элементов подстанции.

При этом считается, что в нормальном режиме работы все токи направленные к шинам, находятся в одной фазе, как и все токи направленные от шин [4]. По такому принципу уже были построены модели групповых централизованных защит [5, 6], реагирующих как при повреждении на шинах, так и на выводах присоединений, в частности электродвигателей (ЭД). Однако все они используют в качестве датчиков тока – трансформаторы тока (ТТ), которые громоздки и металлоемки (на высоковольтных ЭД), а также подвержены погрешностям при насыщении. Для построения групповой релейной защиты ЭД без ТТ могут быть использованы магниточувствительные элементы, например герконы, как это сделано в [7, 8]. При этом все вышеперечисленные защиты не могут похвастаться надежностью и при этом не оснащены ни функциональной, ни тестовой диагностикой. В данной статье предлагается устройство для защиты из n электродвигателей от коротких замыканий (КЗ) лишенное вышеперечисленных недостатков.

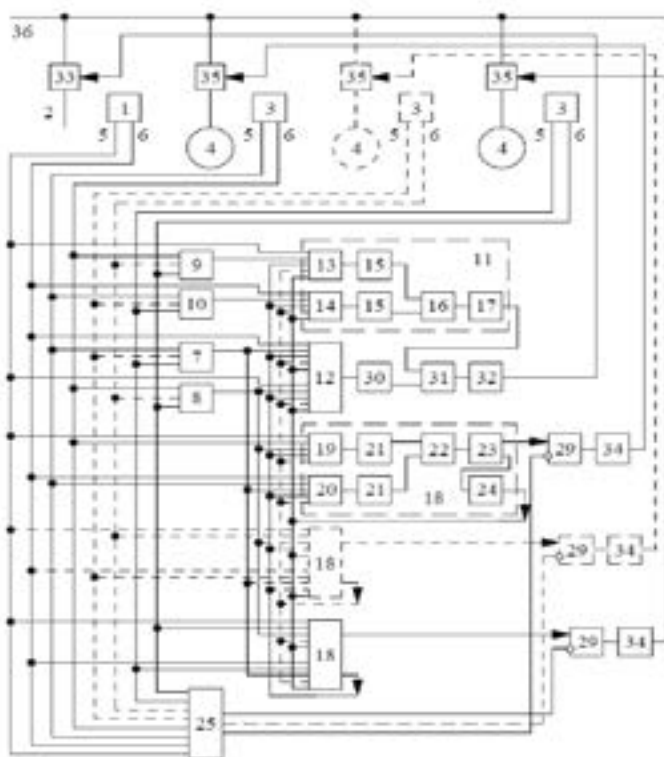


Рисунок 1 – Функциональная схема устройства защиты

Материалы и методы

На рисунке 1 приведена функциональная схема устройства защиты n электродвигателей для одной фазы, способная выявлять как междуфазные КЗ в обмотке статоров ЭД, так и КЗ на шинах их питающих.

Устройство для защиты из n электродвигателей от КЗ содержит для каждой фазы датчики 1 тока, установленные в магнитном поле токопроводов фаз питающего ввода 2, и датчики 3 тока, установленные в магнитном поле токопроводов фаз n ЭД 4, и выполненные в виде первого и второго поляризованных герконов, выходы которых являются первым 5 и вторым 6 выходами этих датчиков, первый 7 и второй 8 элементы ИЛИ, первый 9 и второй 10 элементы ИЛИ-НЕ. Первый 11 и второй 12 блоки логической защиты питающего ввода 2, каждый из которых содержит первый 13 и второй 14 элементы И, первые элементы ВРЕМЯ 15, третий элемент ИЛИ 16, первый элемент ПАМЯТЬ 17. Блок 18 логической защиты каждого i-го ЭД 4 содержит третий 19 и четвертый 20 элементы И, вторые элементы ВРЕМЯ 21, четвертый элемент ИЛИ 22, второй элемент ПАМЯТЬ 23, элемент НЕ 24.

Блок 25 диагностики содержит пятый 26 и шестые 27 элементы ИЛИ (рис. 2), третьи элементы ВРЕМЯ 28. Выход элемента ИЛИ 26 подключен к цепям сигнализации, а выходы элементов ИЛИ 27 – к цепям сигнализации и к инверсному входу пятого элемента И 29.

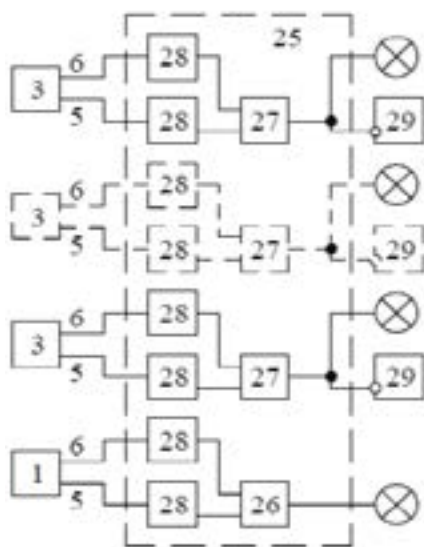


Рисунок 2 – Функциональная схема блока диагностики

Выход второго блока 12 логической защиты питающего ввода 2 через четвёртый элемент ВРЕМЯ 30 и выход первого блока 11 подключены к входам седьмого элемента ИЛИ 31, выход которого подключен к исполнительному органу 32 выключателя 33 питающего ввода 2, а первый выход блока 18 каждого i -го ЭД 4 через прямой вход элемента И 29 – к исполнительному органу 34 выключателя 35 i -го ЭД 4.

Результаты и обсуждение

Предложенная схема устройства работает следующим образом.

В нормальном режиме работы ЭД 4 контакты первого и второго поляризованных герконов (на рис. 1, 2 не указано) датчиков 1 и 3 тока разомкнуты (так как контакты первого и второго герконов нормально замкнуты при отсутствии магнитных потоков и настроены так, что первый срабатывает в положительную полуволну, а второй – в отрицательную). Защита не срабатывает.

При КЗ на шинах 36, к которым подключены токопроводы питающего ввода 2 и токопроводы n ЭД 4, например в положительную полуволну переменного тока когда величина тока подпитки от неповрежденных ЭД 4 окажется недостаточной для замыкания контактов геркона датчиков 3 тока всех n ЭД 4, замкнутся контакты первого поляризованного геркона датчика 1 тока питающего ввода 2 и на выходе элемента 13 блока 11 появится сигнал, который поступит на элемент 15 (рис. 1). Если длительность сигнала превысит 5-9 мс, то элемент 15 через элемент 16 подаст его на элемент 17, который запомнит сигнал на время, достаточное для отключения выключателя. Элемент 17 через элемент 31 и исполнительный орган 32 подаст сигнал на отключение выключателя 33, и отключит питающий ввод 2. Защита сработала.

При КЗ на шинах 36, к которым подключены токопроводы питающего ввода 2 и токопроводы n ЭД 4, например в положительную полуволну переменного тока когда величина тока подпитки от неповрежденных ЭД 4 окажется достаточной для замыкания контактов геркона датчиков 3 тока любого из n ЭД, замкнутся контакты первого поляризованного геркона датчика 1 тока питающего ввода 2 и контакты второго поляризованного геркона датчиков 3 тока ЭД 4 (т.к. они перешли в режим генераторов) (рис. 1). На выходе второго элемента 14 блока 12 появится сигнал, который поступит на элемент 15. Если длительность сигнала превысит 5-9 мс, то элемент 15 через элемент 16 подаст его на элемент 17. Элемент 17 подаст сигнал на элемент 30. Если через время t_1 равное 0,5с сигнал не пропадет, то элемент 30 через элемент 31 и исполнительный орган 32 подаст сигнал на отключение выключателя 33, и отключит питающий ввод 2. Защита сработала.

При КЗ, например на выводах одного из ЭД 4 в положительную полувольту переменного тока, замкнутся контакты первого поляризованного геркона датчика 3 тока поврежденного ЭД 4, а также контакты второго поляризованного геркона датчиков 3 тока неповрежденных ЭД 4 (т.к. они перешли в режим генераторов) и датчика 1 тока питающего ввода 2 (рис. 1). На выходе элемента 20 блока 18 появится сигнал, который поступит на элемент 21. Если длительность сигнала превысит 5-9 мс, то второй элемент 21 через четвертый элемент 22 подаст его на элемент 23, который запоминает сигнал на время, достаточное для отключения выключателя. Элемент 23 подает сигнал на прямой вход элемента 29 и на элемент 24, блокирующего работу первого 11 и второго 12 блоков и блоков 18 других неповрежденных ЭД 4. Сигнал с элемента 29 через исполнительный орган 34 поступит на выключатель 35, и отключит поврежденный ЭД 4. Защита сработала. При КЗ в отрицательную полувольту защита работает аналогично.

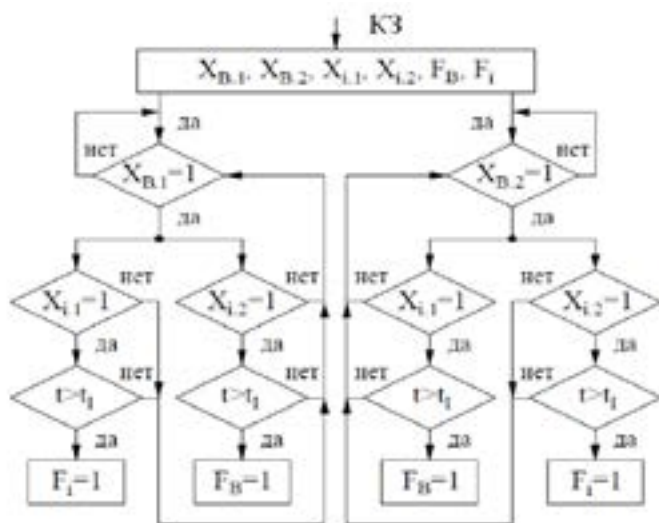


Рисунок 3 – Алгоритм функционирования устройства при КЗ.

Алгоритм функционирования схемы устройства защиты от КЗ можно записать при помощи операторов алгебры логики, где каждая логическая переменная и функция может принимать значение «1» или «0». Тогда обозначив сигнал на отключение выключателя i -го ЭД за F_i , сигнал на отключение выключателя питающего ввода – за F_B , сигналы от срабатывания первых герконов питающего ввода и i -го ЭД – за $X_{B.1}$ и $X_{i.1}$, а их вторых

герконов – за $X_{B.2}$ и $X_{B.2}$, соответственно, получим следующий алгоритм работы схемы устройства при КЗ (рис. 3).

При неисправности датчика 1 тока питающего ввода 2 или датчика 3 тока любого i -го ЭД 4, например обрыв катушки управления, что приведёт к замыканию контактов первого или второго поляризованных герконов, либо залипание их контактов, с первого 5 и второго 6 выходов этих датчиков сигналы поступят в блок 25 диагностики на входа элементов 28 каждый (рис. 2). Если длительность сигнала превысит время $t_2 = t_{p3} t_{0.B} + \Delta t$ (t_{p3} и $t_{0.B}$ – время действия релейной защиты и отключения её выключателей; Δt – время запаса), то элемент 28 через пятый 26 или шестые 27 элементы подаст сигнал в цепи сигнализации, предупреждая о неисправности датчиков тока. Одновременно с этим с элемента 27, неисправного датчика 3 тока i -го ЭД 4, сигнал поступит на инверсный вход элемента 29, запрещая возможное ложное отключение i -го ЭД 4. Запрещающий сигнал будет снят после устранения неисправностей в датчиках оперативным персоналом.

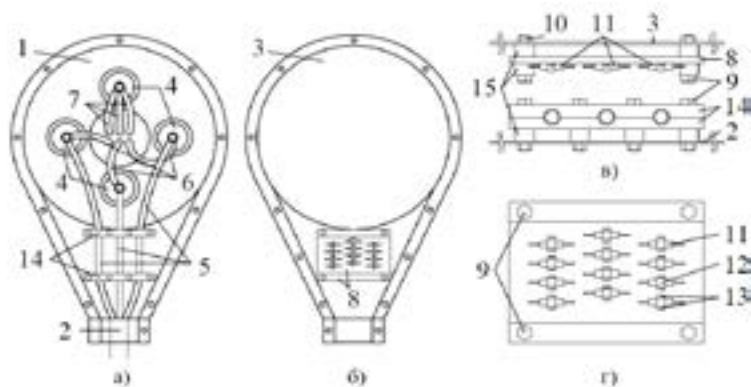


Рисунок 4 – Конструкция для крепления герконовых реле в коробке выводов ЭД: а) коробка выводов вид изнутри, б) крышка коробки выводов вид изнутри, в) конструкция крепления вид сбоку, г) пластина с герконовыми реле

Для реализации предлагаемого устройства на практике могут быть использованы универсальные конструкции для крепления герконов на кабеле [9–11]. Но наиболее подходящей, на наш взгляд, будет конструкция для крепления поляризованных герконов в коробке выводов ЭД серий А4, ДАЗ04, ДАЗ0, АОК, СДС [12]. На рисунке 4 приведена конструкция, которая содержит: коробку 1 выводов, питающий кабель 2, крышку 3 коробки выводов,

изоляторы 4, токопроводы 5 фаз питающего кабеля, токопроводы 6 обмотки статора со стороны питающего кабеля, токопроводы 7 обмотки статора со стороны нулевых выводов, пластину 8, болты 9, гайки 10, герконовые реле 11, хомуты 12, винты 13, узел 14 крепления, резиновые накладки 15. Монтаж конструкции прост и осуществляется путём снятия крышки 3 и закреплении на ней с внутренней стороны пластины 8 с герконовыми реле 11. При этом токопроводы 5 фаз питающего кабеля при помощи узлов 14 крепления надёжно зафиксированы под соответствующими герконовыми реле.

Информация о финансировании

Исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP15473215).

Выводы

1 Предложенная схема устройства позволяет осуществить групповую защиту ЭД, на ресурсосберегающих датчиках тока, а именно – герконах, которые в отличие от схем традиционных групповых защит на трансформаторах тока, обладают малыми габаритами и стоимостью.

2 Использование второго блока логической защиты питающего ввода, а также блока диагностики позволяет, по сравнению с прототипом, повысить надёжность срабатывания предложенной модели защиты при КЗ и предотвратить её ложную работу при неисправностях в датчиках тока.

3 Предложенная конструкция довольно проста и позволяет осуществить крепление герконов вблизи выводов мощных ЭД.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Багинский, Л. В., Глазырина, Г. М. О применении дифференциально-фазного принципа для защиты трансформаторов. // Prace instytutu elektroenergetyki iś teromania układow Politichniki Slaskej. Clivice, 1976.

2 Багинский, Л. В. К выбору принципа работы быстродействующей защиты основных элементов электрических станций и подстанций // Электрические станции. – 1978. – №5. – С. 41–45.

3 Кужеков, С. Л., Синельников, В. Л. Защита шин электростанций и подстанций. – М. : Энергоиздат, 1983. – 184 с.

4 Поляков, В. Е., Клецель, М. Я. Алгоритмы некоторых централизованных защит подстанций и свойства функций их описывающих // Известия вузов. Серия Энергетика. – 1979. – №9. – С. 90–93.

5 Каплан, С. Ю., Клецель, М. Я., Поляков, В. Е., Симонов, С. Н. Устройство для дифференциально-фазной защиты группы электродвигателей // Авторское свидетельство СССР № 681494; опубл. 25.08.79, бюл. № 31. – 6 с.: ил.

6 Алишев, Ж. Р., Клецель, М. Я., Мусин, В. В. Устройство для токовой защиты группы из n электродвигателей. // Авторское свидетельство СССР № 1833937; опубл. 15.08.93, бюл. № 30. – 4 с.: ил.

7 Клецель, М. Я. Устройство для защиты элементов подстанции от короткого замыкания // Авторское свидетельство СССР № 1527683; опубл. 07.12.89, бюл. № 45. – 4 с.: ил.

8 Клецель, М. Я., Калтаев, А. Г., Амангелді, А. Б., Каримов, С. К. Устройство для защиты n электродвигателей от коротких замыканий. // Патент РК № 35210; опубл. 23.07.2021, бюл. № 29. – 10 с.: ил.

9 Калтаев, А. Г., Клецель, М. Я., Машрапов, Б. Е., Нефтисов, А. В. Устройство для крепления геркона токовых защит кабелей. // Патент РК № 32007; опубл. 14.04.2017, бюл. № 7. – 5 с.: ил.

10 Клецель, М. Я., Калтаев, А. Г., Ксилов, А. П., Машрапов, Б. Е. Конструкция для крепления геркона токовых защит кабелей. // Патент РК № 32005; опубл. 14.04.2017, бюл. № 7. – 4 с.: ил.

11 Клецель, М. Я., Калтаев, А. Г., Сулайманова, В. А. Измерительный орган для токовой защиты кабельных линий. // Патент РФ № 2629757; опубл. 01.09.2017, бюл. №25. – 11 с.: ил.

12 Калтаев, А. Г., Мусаев Ж.Б., Бабашев С. М. Конструкция для крепления герконовых реле внутри коробки выводов мощных электродвигателей. // Материалы международной научно-практической «XV Торайгыровские чтения». Том 3. – Павлодар, 2023. г., С. 376–380.

REFERENCES

1 Baginsky, L. V., Glazyrina, G. M. On the application of the differential-phase principle for the protection of transformers [On the application of the differential-phase principle for the protection of transformers]. Prace instytutu elektroenergetyki i termomania ukladow Politechniki Slaskiej, Gliwice, 1976.

2 Baginsky, L.V. To the choice of the operating principle of high-speed protection of the main elements of electrical stations and substations [To the choice of the operating principle of high-speed protection of the main elements of power plants and substations] // Electrical stations. – 1978. – No. 5. – P. 41–45.

3 Kuzhekov, S. L., Sinelnikov, V. L. Protection of busbars of power plants and substations [Busbar protection for power plants and substations]. – М. : Energoizdat, 1983. – 184 p.

4 Polyakov, V. E., Kletzel, M. Ya. Algorithms for some centralized protection of substations and properties of the functions that describe them [Algorithms for some centralized protection of substations and properties of the functions that describe them] // News of universities. Energy series. – 1979. – № 9. – P. 90–93.

5 Kaplan, S. Yu., Kletzel, M. Ya., Polyakov, V. E., Simonov, S. N. Device for differential phase protection of a group of electric motors [Device for phase differential protection of a group of electric motors] // Author's Certificate of the USSR № 681494; publ. 08/25/79, bulletin № 31. – 6 p.: ill.

6 Alishev, Zh. R., Kletzel, M. Ya., Musin, V. V. Device for current protection of a group of n electric motors [Device for current protection of a group of n electric motors]. // Copyright certificate of the USSR № 1833937; opubl. 08/15/93, bulletin № 30. – 4 p.: ill.

7 Kletzel, M. Ya. Device for protecting substation elements from short circuits [Device for protecting substation elements from short circuit] // Author's Certificate of the USSR № 1527683; opubl. 07.12.89, bulletin № 45. – 4 p.: ill.

8 Kletzel, M. Ya., Kaltayev, A. G., Amangeldi, A. B., Karimov, S. K. Device for protecting n electric motors from short circuits [Device for protecting n electric motors from short circuits]. // Patent RK № 35210; opubl. 07/23/2021, bulletin № 29. – 10 p.: ill.

9 Kaltayev, A. G., Kletzel, M. YA., Mashrapov, B. E., Neftisov, A. V. Ustrojstvo dlya krepleniya gerkona tokovykh zashchit kabelej [Device for fastening the reed switch of cable current protection]. // Patent RK № 32007; opubl. 14/04/2017, bulletin № 7. – 5 p.: ill

10 Kletzel, M. YA., Kaltayev, A. G., Ksilov, A. P., Mashrapov, B. E. Konstrukciya dlya krepleniya gerkona tokovykh zashchit kabelej [Design for fastening the reed switch for cable current protection]. // Patent RK № 32005; opubl. 14/04/2017, bulletin. № 7. – 4 p.: ill

11 Klecel, M. YA., Kaltaev, A. G., Sulajmanova, V. A. Izmeritelnyj organ dlya tokovoj zashchity kabelnykh linij [Measuring element for current protection of cable lines]. // Patent RF № 2629757; opubl. 01/09/2017, bulletin №25. – 11 p.: ill

12 Kaltayev, A. G., Musaev, Zh. B., Babashev, S. M. Design for mounting reed relays inside the terminal box of powerful electric motors [Design for mounting reed relays inside the terminal box of powerful electric motors]. // Materials of the international scientific and practical «XV Toraigyrov Readings». Volume 3. – Pavlodar, 2023, P. 376-380.

Принято к изданию 28.11.23.

*А. Г. Калтаев¹

Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Басып шығаруға 28.11.23 қабылданды.

Н ЭЛЕКТР ҚОЗГАЛТҚЫШТАРЫН ҚЫСҚА ТҰЙЫҚТАЛУДАН ҚОРҒАУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫ

Магнитке сезімтал элементтердегі электр қозғалтқыштарының заманауи қорғаныстары металл сыйымды және көлемді ток трансформаторларын қолданатын дәстүрлі қорғаныстардан артықшылыққа ие екендігі көрсетілген. N электр қозғалтқыштарын қысқа тұйықталудан қорғау үшін құрылғы ұсынылады, ол дәстүрлі қорғаныстардан айырмашылығы ток датчиктері ретінде геркондарды пайдаланады. N электр қозғалтқыштарының топтық қорғаудың артықшылықтары атап өтілді. Қорекендіру кірме шиналарда және электрқозғалтқыштарда зақымдануы кезінде n электрқозғалтқыштардың аттас фаза токөткізгіштер қоректендіру кірме мен фазаларының токөткізгіштер жанында орнатылған поляризацияланған геркондарының бір мезгілде іске қосылуын бақылауға негізделген қорғау әрекетінің алгоритмі көрсетілген. Қуатты электр қозғалтқыштарының шықпалар қорабында геркондарын бекіту үшін құралым ұсынылған, сонымен қатар құралымын шықпалар қорабына, атап айтқанда оның ішкі қақпағына бекіту әдісі сипатталған, бұл электр қозғалтқышының фазалық токөткізгіштерінің жанында ток датчиктерін орнатуды едәуір жеңілдетеді. Құрылғының сенімділігін арттыру үшін геркондар басқару катушкаларының тұтастығын бақылау ұсынылады, олардың үзілуі поляризацияланған геркондарының түйіспелерінің жалған тұйықталуына немесе олардың түйіспелерінің жабысып қалуына әкелуі мүмкін, бұл жалған іске қосуына немесе қорғаныстың іске қосылмауына әкеледі.

Кілттік сөздер: релейлік қорғаныс, топтық қорғаныс, электр қозғалтқыштары, қамыс қосқыштары, диагностика.

*A. G. Kaltayev¹

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Accepted for publication on 28.11.23.

DEVICE FOR PROTECTING N ELECTRIC MOTORS FROM SHORT CIRCUITS

It has been shown that modern protection of electric motors based on magnetically sensitive elements have an undeniable advantage over traditional protections using metal-intensive and bulky current transformers. A device is proposed to protect N electric motors from short circuits, which, unlike traditional protections, uses reed switches as current sensors. The advantages of prepositional group protection of N electric motors are noted. An algorithm for the operation of protection is shown, based on monitoring the simultaneous operation of polarized reed switches installed near the same-named conductors of the supply input phases and conductors of the N phases of electric motors, in case of damage to the supply input busbars and to the electric motors. A design for fastening reed switches in the terminal box of powerful electric motors is proposed, and a method for fastening the structure in the terminal box, namely on its inner cover, is described, which greatly facilitates the installation of current sensors near the current conductors of the electric motor phases. To improve the reliability of the device, it is proposed to monitor the integrity of the reed switch control coils, the breakage of which can lead to false closure of the contacts of polarized reed switches, or to sticking of their contacts, which leads to false operation or failure of the protection.

Keywords: relay protection, group protection, electric motors, reed switches, diagnostics.

Теруге 28.11.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.12.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4175

Сдано в набор 28.11.2023 г. Подписано в печать 29.12.2023 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4175

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz