

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

№ 1 (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://10.48081/BNAS6555>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., профессор

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

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

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

***Д. Д. Исабеков¹, В. П. Марковский², В. Я. Бобров³,
А. М. Исмухамбетов⁴, А. М. Джантимиrow⁵**

^{1,2}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

³ АОКазэнергокабель, Республика Казахстан, г. Павлодар;

^{4,5} АОАлюминий Казахстана, Республика Казахстан, г. Павлодар

e-mail: Dauren_pvl2012@mail.ru

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА

В статье авторами представлен принцип действия ресурсосберегающей максимальной токовой защиты (МТЗ), назначением которой является защита высоковольтных электроустановок, напряжением 35кВ. от коротких замыканий. Представленная защита выполняется без использования широко применяемых в электроэнергетике токовых реле и трансформаторов тока (ТТ) с ферромагнитными сердечниками, обладающих значительными весогабаритными параметрами и высокой стоимостью. Предлагаемая защита выполнена с использованием катушек индуктивностей, обладающими для релейной защиты в сравнении с ТТ и другими магниточувствительными элементами рядом известных преимуществ и возможностью их установки в магнитном поле, созданным токоведущей шиной ячейки закрытого распределительного устройства (ЗРУ). Защиты с их применением могут использоваться, как дублирующие по отношению к традиционным защитам электроустановок, но при этом по быстрдействию ничуть не уступают им. Для расширения линейки релейной защиты, представленная защита характеризуют инновационный подход, используя для этого катушки индуктивности. Ресурсосберегаемость данной защиты заключается в использовании данных катушек, являющихся, как по стоимости, так и по весогабаритным параметрам на порядок дешевле и меньше по размеру и весу, чем вышесказанные ТТ. Предложенная защита выполняется в виде конструкции с установкой её внутри ячейки ЗРУ, напряжением 35кВ.

Ключевые слова: МТЗ, катушка индуктивности, ячейка, ресурсосбережение, электроустановка.

Введение

Вопрос ресурсосбережения в электроэнергетике не раз поднимался на международных конференциях по большим энергетическим системам (СИГРЭ), оставаясь актуальным и для релейной защиты, без применения дорогостоящих и обладающих значительными весогабаритными параметрами металлоемких трансформаторов тока (ТТ) и токовых реле с ферромагнитными сердечниками [1÷3]. Для повышения надежности традиционных токовых защит, выполненных как на электромеханической, так и микропроцессорной базе целесообразно применять дублирование защит, а для получения максимального эффекта необходимо дублировать, как само устройство защиты, так и сами преобразователи тока [4÷5]. В качестве альтернативы применения ТТ и соответствующих защит возможно рассмотрение различных магниточувствительных элементов, таких как датчики Холла, магниторезисторы, магнитодиоды, магнитотранзисторы, катушки индуктивности и герконы [6÷12]. Работы по созданию ресурсосберегающих токовых защит без ТТ с ферромагнитными сердечниками ведутся еще с 60-х годов прошлого столетия [10÷12]. Для построения релейной защиты электроустановок без вышеназванных ТТ авторами были выбраны катушки индуктивности [13]. Выбраны они были в связи с тем, что в сравнении с другими магниточувствительными элементами обладают преимуществами, заключающихся в том, что они одновременно могут выполнять функции аналого-дискретного и измерительного преобразователя, а также измерительного органа защиты, обладают низкой стоимостью, малыми весогабаритными параметрами в сравнении с ТТ и токовыми реле с ферромагнитными сердечниками. За последние десятилетия имеется ряд разработанных токовых защит на катушках индуктивности [14÷19]. В данной работе рассмотрен принцип действия МТЗ электроустановок, напряжением 35кВ, выполненной в виде устройства.

Методы и результаты исследования: тщательная проработка научных статей и патентных баз по данной тематике в результате исследования, позволила предложить новую конструкцию МТЗ, обладающей эффектом ресурсосбережения для различных электроустановок, напряжением 35кВ. Реализация МТЗ производится на базе бакового выключателя, типа С-35-630-10 [20].

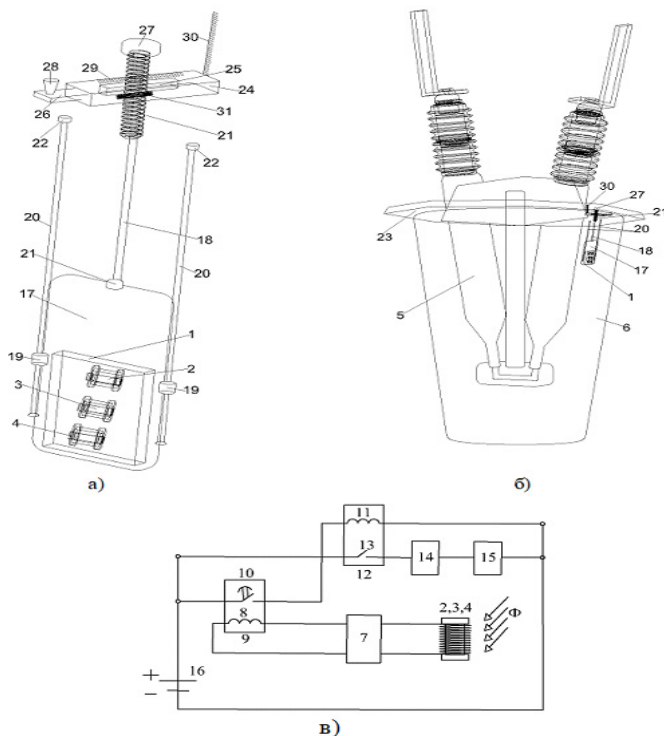
Результаты и обсуждение

Для электроустановок напряжением $U = 35$ кВ. необходимо разработать конструкцию МТЗ, установленной внутри бака выключателя и позволяющей

осуществить продольное и поперечное перемещение катушек индуктивностей, осуществляя тем самым выбор уставок защиты, посредством регулирования расстояния от катушек индуктивностей до токоведущего стержня выключателя. МТЗ, представленная в виде конструкции, содержит пластину 1 на наружной стороне которой закреплены три катушки индуктивности 2,3,4, токоведущий стержень 5 выключателя 6 (рис. 1а,б). Выходы катушек 2,3,4 подключены ко входу усилителя напряжения 7, а выход самого усилителя 7 подключен к обмотке 8 реле времени 9, к контакту на замыкание 10 с выдержкой времени которого подключена обмотка 11 промежуточного реле 12, контакт на замыкание 13 реле 12 подключен ко входу указательного реле 14 (рис. 1в). Выход указательного реле 14 подключен ко входу катушки отключения 15 выключателя 6 электроустановки. Выход катушки отключения 15 выключателя 6 подключен к потенциалу «минус» источника постоянного тока 16. Пластина с катушками 1 крепится внутри кожуха 17, который в своей верхней части крепится к центральной оси 18, а по бокам с помощью ушек 19 к боковым осям 20 (рис. 1а). Центральная ось 18 жестко связана с первым концом вращающегося вала 21. Боковые оси 20 в верхней части с помощью втулок 22 прикреплены к крышке 23 выключателя 6 (рис. 1б). На крышке 23 для крепления и фиксации кожуха 17 установлена первая планка 24 с продольным отверстием 25, вторая планка 26 располагается внутри первой 24, на второй конец вращающегося вала 21 насажен вентиль 27. На второй планке 26 установлена ручка 28. На первой планке 24 размещены горизонтальная 29 и вертикальная 30 шкалы. Входы кожуха 17 и первой планки 24 уплотняются с помощью прокладок 31 (рис. 1,а).

МТЗ работает следующим образом. Для выбора необходимой уставки срабатывания осуществляют поперечное или продольное перемещение пластины 1 с катушками 2,3,4 относительно стержня 5 (рис. 1а,б). При этом для одной защиты используют одну из катушек, другие две катушки необходимы для реализации других защит, к примеру, МТЗ с другой выдержкой времени или же токовой отсечки. Продольное перемещение пластины 1 с катушками относительно стержня 5 осуществляется поворотом вентиля 27 по или против вращения часовой стрелки, при этом пластина 1 с катушками перемещается вверх или вниз относительно крышки 23 выключателя 6 (рис. 1а,б). Поперечное перемещение этой же пластины 1 с катушками относительно стержня 5 осуществляют передвижением второй планки 26 с помощью ручки 28 вдоль продольного отверстия 25, тем самым приближая или отдаляя катушки относительно стержня 5. Необходимое расстояние от пластины 1 с катушками 2,3,4 при её продольном или поперечном перемещении относительно стержня 5 определяется по горизонтальной 29 и вертикальной 30 шкалам, нанесённых на первой планке 24 (рис. 1а).

Перед тем, как установить конструкцию МТЗ в бак выключателя 6, в его крышке 23 просверливают необходимое отверстие под первую планку 24 (рис.16). Через данное отверстие вводят кожух 17 с установленной внутри него пластиной 1 с катушками 2,3,4, после чего фиксируют первую планку 24 на самой крышке 23 (рис.1а,б). При этом также рассчитывают необходимое расстояние от стержня 5 до катушек 2,3,4 и угол, под которым они должны располагаться по отношению к силовым линиям магнитного поля, создаваемым током в токоведущем стержне 5. Кожух 17 с установленной внутри него пластиной 1 устанавливают параллельно стержню 5 и располагается он в верхней части бака выключателя 6. В нормальном режиме работы по стержню 5 протекает ток, не превышающий нормального рабочего значения и на катушки 2,3,4 действует магнитное поле, величина индукции которого является недостаточной для выдачи ими значения напряжения, равного



5В и в связи с этим МТЗ не срабатывает (рис.16).

Рисунок 1– Ресурсосберегающая МТЗ: а) конструкция; б) расположение конструкции МТЗ внутри бака выключателя; в) структурная схема МТЗ

При коротком замыкании на отходящих присоединениях от выключателя 6 ток, протекающий по стержню 5 превосходит ток срабатывания защиты, и с учетом того, что значение снимаемого напряжения с выводов катушек 2,3,4 имеет максимальное значение 5В, то оно повышается с помощью усилителя напряжения 7 до значения, равного $U=220$ В и подается на выводы обмотки 8 реле времени 9 (рис.1б,в). В результате у реле 9 срабатывает контакт с выдержкой времени на замыкание 10, равного 0,02с. и посылает потенциал «+» поступающий с источника постоянного тока 16 на первый вывод обмотки 11 реле 12. Промежуточное реле 12 сработав подаёт потенциал «+» через свой контакт на замыкание 13 на первый вывод указательного реле 14, а с него на вход катушки отключения 15 выключателя электроустановки. В результате чего защищаемая электроустановка отключается (рис.1 в).

Информация о финансировании

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №. AP14972954)

Выводы

Ресурсосберегающая МТЗ с представленной для её реализации конструкцией, неиспользующей в своем составе встроенные и выносные трансформаторы тока и токовые реле с ферромагнитными сердечниками, обладающих высокой стоимостью и весогабаритными параметрами отвечает актуальному вопросу электроэнергетики – ресурсосбережению используемых материалов. Конструкция МТЗ осуществляет продольное и поперечное регулирование расстояния от катушек индуктивностей до токоведущего стержня, позволяя тем самым осуществить выбор уставок защиты и использовать её для реализации МТЗ электроустановок, напряжением $U= 35$ кВ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Дьяков, А. Ф.** Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по материалам 39-й сессии СИГРЭ, Париж) [Текст] // Энергетика за рубежом. – 2004. – №4. – С. 7–16.

2 **Казанский В. Е.** Трансформаторы тока в схемах релейной защиты [Текст] – Москва: Энергия, 1969. – 184 с.

3 **Казанский, В. Е.** Измерительные преобразователи тока в релейной защите [Текст] – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 240 с.

4 **Андреев, В. А.** Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов– Изд. 4-е, перер. и доп. [Текст]– Москва: Высшая школа, 2006. – 639 с.

5 **Шнеерсон, Э. М.** Цифровая релейная защита [Текст]– Москва: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.

6 **Кобус, А., Тушинский, Я.** Датчики Холла и магниторезисторы / пер. с польск. В.И. Тихонова, К.Б. Македонский; под ред. О.К. Хомерики [Текст]– Москва: «Энергия», 1971. – 352 с.

7 **Котенко Г. И.** Магниторезисторы [Текст]– Ленинград: Энергия, 1972. – 80 с.

8 **Егизарян Г. А., Стафеев В. И.** Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение [Текст]–Москва: Радио и связь, 1987. –88 с.

9 **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. [Текст]– Москва: Научно-инженерное информационное агентство, 2009. – С. 39-48.

10 **Диковский Я. М., Капралов И. И.** Магнитоуправляемые контакты [Текст]– Москва: Энергия, 1970. – 152 с.

11 **Карабанов С. М., Майзельс Р. М., ШOFFа В. Н.** Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе [Текст]–Долгопрудный: Издательский Дом Интеллект, 2011. – 408с.

12 **Сирота И. М.** Схемы индукционного измерения токов в трехфазных цепях высокого напряжения[Текст]–Москва// Электричество – 1967. – №4. – С. 22-24.

13 **Басс Э. И.** Катушки реле защиты автоматики [Текст]– Москва: Энергия, 1974. –80 с.

14 **Issabekov D. D, Kletsel M. Ya., Zhantlesova A. B., Mayshev P. N., Mashrapov B. E.** «New filters for symmetrical current components» [Text] // Electrical Power and Energy Systems. – 2018. – №101. – P. 85–91.

15 **Исабеков, Д. Д.** Установка для исследования электромагнитного поля внутри комплектного распределительного устройства / Патент № 34420 Республики Казахстан, опубл. 26.06.2020.

16 **Исабеков, Д. Д.** Устройство максимальной токовой защиты электроустановок на магнитоуправляемых элементах / Патент № 35387 Республики Казахстан, опубл. 26.11.21.

17 **Исабеков, Д. Д., Клецель, М. Я., Кислов, А. П., Шолохова, И. И.** Устройство для токовой защиты электроустановки / Патент № 2704792 Российской Федерации, опубл. 31.10.19.

18 **Исабеков, Д. Д., Клецель, М. Я., Талипов, О. М., Шолохова, И. И.** Устройство для крепления герконов в ячейках комплектных распределительных устройств / Патент № 2670720 Российской Федерации, опублик. 29.11.2018.

19 **Исабеков, Д. Д., Полищук, В. И., Постоянкова, К. Ю., Шувалова, А. А.** Устройство максимальной токовой защиты / Патент № 2759638 Российской Федерации, опублик. 16.11.2021.

20 **Девочкин, О. В., Лохнин, В. В., Меркулов, Р. В., Смолин, Е. Н.** Электрические аппараты: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образ. [Текст]—Москва: Изд. центр «Академия», 2010. —240 с.

REFERENCES

1 **D'yakov, A. F.** E`lektroe`nergetika mira v nachale XXI stoletiya (po materialam 39-j sessii SIGRE`, Parizh) [Electric power industry of the world at the beginning of the XXI century (based on the materials of the 39 session of CIGRE, Paris) [Text]] // E`nergetika za rubezhom. – 2004. – №4–P. 7–16.

2 **Kazanskij V. E.** Transformatory` toka v sxemax relejnoj zashhity` [Current transformers in relay protection circuits] [Text]–Moskva: E`nergiya, 1969. – 184 s.

3 **Kazanskij, V. E.** Izmeritel`ny`e preobrazovateli toka v relejnoj zashhite [Current transducers in relay protection] [Text]–Moskva: E`nergoatomizdat, 1988. – 240 p.

4 **Andreev, V. A.** Relejnaya zashhita i avtomatika sistem e`lektrosnabzheniya: uchebnik dlya vuzov [Relay protection and automation of power supply systems]–Izd. 4-e, perer. i dop. [Text]– Moskva: Vy`sshaya shkola, 2006. – 639 p.

5 **Shneerson, E. M.** Cifrovaya relejnaya zashhita [Digital relay protection] [Text]– Moskva: E`nergoatomizdat, 2007. – 549 p.

6 **Kobus, A., Tushinskij, Ya.** Datchiki Xolla i magnitorezistory` / per. s pol`sk. V.I. Tixonova, K.B. Makedonskij; pod red. O.K. Xomeriki [Hall sensors and magnetoresistors] [Text]– Moskva: «E`nergiya», 1971. – 352 p.

7 **Kotenko G. I.** Magnitorezistory` [Magnetoresistors] [Text]– Leningrad: E`nergiya, 1972. – 80 s.

8 **Egiazaryan G. A., Stafeev V. I.** Magnitodiody`, magnitotranzistory` i ix primeneniye [Magnetodiodes, magnetotransistors and their applications] [Text]–Moskva: Radio i svyaz`, 1987. –88 p.

9 **Kozhovich L. A., Bishop M. T.** Sovremennaya relejnaya zashhita s datchikami toka na baze katushki Rogovskogo [Modern relay protection with current sensors based on the Rogowski coil] // Sovremenny`e napravleniya razvitiya relejnoj zashhity` i avtomatiki e`nergosistem: sb. dokl. mezhdunar.

nauch.-texnich. konf. [Text]– Moskva: Nauchno-inzhenernoe informacionnoe agentstvo, 2009. – P. 39–48.

10 **Dikovskij Ya. M., Kapralov I. I.** Magnitoupravlyaemy`e kontakty` [Magnetic contacts] [Text]– Moskva: E`nergiya, 1970. – 152 p.

11 **Karabanov S. M., Majzel's R. M., Shoffa V. N.** Magnitoupravlyaemy`e kontakty` (gerkony`) i izdeliya na ix osnove [Magnetically actuated contacts (reed contacts) and products based on them] [Text]–Dolgoprudny`j: Izdatel`skij Dom Intellekt, 2011. – 408 p.

12 **Sirota I. M.** Sxemy` indukcionnogo izmereniya tokov v trexfazny`x cepyax vy`sokogo napryazheniya [Schemes of induction measurement of currents in three-phase high-voltage circuits] [Text]–Moskva// E`lektrichestvo – 1967. – №4. – S. 22-24.

13 **Bass E`. I.** Katushki rele zashhity` avtomatiki [Automation protection relay coils] [Text]– Moskva: E`nergiya, 1974. –80 p.

14 Issabekov D. D, Kletsel M. Ya., Zhantlesova A. B., Mayshev P. N., Mashrapov B. E. «New filters for symmetrical current components» [Text] // Electrical Power and Energy Systems– 2018. – №101. – P. 85-91.

15 **Isabekov, D. D.** Ustanovka dlya issledovaniya e`lektromagnitnogo polya vnutri komplektnogo raspreditel`nogo ustrojstva [Installation for studying the electromagnetic field inside the complete switchgear] / Patent № 34420 Respubliki Kazaxstan, opubl. 26.06.2020.

16 **Isabekov, D. D.** Ustrojstvo maksimal`noj tokovoj zashhity` e`lektroustanovok na magnitoupravlyaemy`x e`lementax [Maximum current protection device for electrical installations on magnetically controlled elements] / Patent № 35387 Respubliki Kazaxstan, opubl. 26.11.21.

17 **Isabekov, D. D., Klecel`, M. Ya., Kislov, A. P., Sholoxova, I. I.** Ustrojstvo dlya tokovoj zashhity` e`lektroustanovki [Device for current protection of an electrical installation] / Patent № 2704792 Rossijskoj Federacii, opubl. 31.10.19.

18 **Isabekov, D. D., Klecel`, M. Ya., Talipov, O. M., Sholoxova, I. I.** Ustrojstvo dlya krepleniya gerkonov v yachejkax komplektny`x raspreditel`ny`x ustrojstv [Device for fixing reed switches in the cells of complete switchgear] / Patent № 2670720 Rossijskoj Federacii, opubl. 29.11.2018.

19 **Isabekov, D. D., Polishhuk, V. I., Postoyankova, K. Yu., Shuvalova, A. A.** Ustrojstvo maksimal`noj tokovoj zashhity` [Maximum current protection device] / Patent № 2759638 Rossijskoj Federacii, opubl.16.11.2021.

20 **Devochkin, O. V., Loxnin, V. V., Merkulov, R. V., Smolin, E. N.** E`lektricheskie apparaty` [Electrical Apparatuses]: ucheb. posobie dlya stud. uchrezhdenij sred. prof. obrazovaniya [Text]–Moskva: Izdatel`skij centr «Akademiya», 2010. 240 p.

Материал поступил в редакцию 13.03.23.

Д. Д. Исабеков¹, В. П. Марковский², В. Я. Бобров³, А. М. Исмухамбетов⁴, А. М. Джантимиров⁵

^{1,2}Торайғыров университеті», Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

³Казэнергокабель, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

^{4,5}Қазақстан алюминий, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал баспаға 13.03.23 түсті.

РЕСУРСҮНЕМДЕЙТІН МАКСИМАЛДЫ ТОК ҚОРҒАНЫСЫ

Мақалада авторлар ресурс үнемдейтін максималды ток қорғанысының (МТҚ) жұмыс істеу принципін ұсынады, оның мақсаты 35 кВ кернеуі бар жоғары вольтты электр қондырғыларын қорғау болып табылады. қысқа тұйықталудан. Ұсынылған қорғаныс электр энергетикасында кеңінен қолданылатын, салмақтық және өлшемдік параметрлері және құны жоғары болатын ферромагниттік өзектері бар ток релесі мен ток трансформаторларын (ТТ) қолданбай орындалады. Ұсынылған қорғаныс ТТ және басқа магниттік сезімтал элементтермен салыстырғанда релелік қорғаныс үшін бірқатар белгілі артықшылықтарға ие және оларды жабық тарату құрылғысының ұяшығының (ЖТҚ).ток өткізгіш шинасы арқылы жасалған магнит өрісінде орнату мүмкіндігі бар индуктивтік катушкаларды қолдану арқылы жасалады. Оларды пайдалану арқылы қорғаныстар электр қондырғыларының дәстүрлі қорғаныстарына қатысты қосымша мүмкін, бірақ сонымен бірге олар жылдамдық жағынан олардан еш кем түспейді. Релелік қорғаныс ауқымын кеңейту үшін ұсынылған қорғаныс индуктивтік катушкаларды қолдана отырып, инновациялық тәсілмен сипатталады. Бұл қорғаныстың ресурсын үнемдеу осы катушкаларды пайдалануда жатыр, олар құны жағынан да, салмағы мен өлшемдері бойынша да жоғарыда аталған ТТ-ға қарағанда әлдеқайда арзан және өлшемі мен салмағы жағынан кішірек. Ұсынылған қорғаныс 35 кВ кернеуімен ЖТҚ ұяшығының ішінде орнатуымен құрылым түрінде жасалған.

Кілтті сөздер: МТҚ, индуктивтік катушкалар, ұяшық, ресурстыүнемдеу, электр қондырғысы.

*D. D. Issabekov¹, V. P. Markovskiy², V. Ya. Bobrov³,
A. M. Ismukhambetov⁴, A. M. Jantimirov⁵

^{1,2}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

³«Kazenergocable» J.S.C., Republic of Kazakhstan, Pavlodar,

RESOURCE-SAVING MAXIMUM CURRENT PROTECTION

The authors present the principle of operation of resource-saving maximum current protection (MCP), the purpose of which is to protect high-voltage electrical installations of 35 kV from short circuits. The presented protection is performed without using widely used in the electric power industry current relays and current transformers (CTs) with ferromagnetic cores, which have significant weight and size parameters and high cost. The proposed protection is made with the use of inductance coils, which have a number of known advantages for relay protection in comparison with CTs and other magnetosensitive elements and the possibility of their installation in the magnetic field created by the current-carrying busbar of a closed switchgear cell (CSG). Protections with their use can be used as a duplicate in relation to the traditional protections of electrical installations, but at the same time they are not inferior to them in terms of speed. To extend the line of relay protection, the presented protection is characterized by an innovative approach, using for this purpose coils of inductance. Resource efficiency of this protection is the use of these coils, which are both in cost and in weight and dimensions an order of magnitude cheaper and smaller in size and weight than the above-mentioned CTs. The proposed protection is performed in the form of a design with its installation inside a voltage 35 kV closed switchgear cell.

Keywords: MCP, Inductance Coil, Cell, Resourceconservation, electrical installation.

Теруге 13.03.2023 ж. жіберілді. Басуға 31.03.2023 ж. кол қойылды.

Электронды баспа

3,44 Мб RAM

Шартты баспа табағы 23.59. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4039

Сдано в набор 13.03.2023 г. Подписано в печать 31.03.2023 г.

Электронное издание

3,44 Мб RAM

Усл. печ. л. 23.59. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4039

«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