

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

---

№ 3 (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/YBCY7199>

**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., *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*  
Новожилов Т. А., *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

<https://doi.org/10.48081/ROSN7401>

**\*Д. Д. Исабеков<sup>1</sup>, В. П. Марковский<sup>2</sup>, К. Р. Темирбулатов<sup>3</sup>,  
В. И. Аксёнов<sup>4</sup>, А. П. Плевако<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

e-mail: [Dauren\\_pvl2012@mail.ru](mailto:Dauren_pvl2012@mail.ru)

## **АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

*В статье авторами представлено создание и принцип действия альтернативной ресурсосберегающей токовой защиты для высоковольтных электрических двигателей, выполненной с контролем исправности на катушках индуктивности, без использования для этих защит измерительных трансформаторов тока (ТТ) и реле тока с металлическими сердечниками, обладающих значительными весогабаритными параметрами и высокой стоимостью. Защиты с использованием катушек индуктивности могут применяться, как альтернативные по отношению к традиционным токовым защитам электрических двигателей, выполненных на электромеханической, полупроводниковой и микропроцессорной базах и при этом по быстрдействию ничуть не уступающие им. В представленной токовой защите электродвигателей, обладающей функцией контроля исправности своих элементов, который осуществляется автоматически и без участия человека. Обоснованием научной новизны является то, что данная защита обладает эффектом ресурсосбережения материалов, позволяя тем самым осуществить значительную экономию меди, стали и изоляционных материалов, представляя из себя новый подход в реализации токовых защит для электродвигателей. Все конструктивные элементы представленной защиты выполнены из термостойкого, прочного и облегченного пластика, типа «PLA», распечатанных на 3D принтере. Ресурсосберегаемость данной защиты заключается в использовании катушек индуктивности, являющихся, как по своей стоимости, так и по своим весогабаритным параметрам на порядок дешевле и меньше по размеру и весу, чем вышесказанные измерительные ТТ. Использование представленной защиты повышает*

*надежность релейной защиты, как самой ячейки, где установлены катушки индуктивности, так и электроустановок, в качестве которых выступает электродвигатель, подключенных к ячейке. Предложенная токовая защита выполняется в виде конструкции с установкой катушек индуктивностей внутри ячеек комплектных распределительных устройств (КРУ), напряжением 6-10кВ и закрытых распределительных устройств (ЗРУ), напряжением 35кВ.*

*Ключевые слова: катушка индуктивности, отсечка, электродвигатель, ресурсосбережение.*

## **Введение**

Вопрос ресурсосбережения материалов в электроэнергетике не раз поднимался на международных советах по большим электрическим системам высокого напряжения – СИГРЭ, оставаясь актуальным и для релейной защиты электрических двигателей от коротких замыканий, без применения дорогостоящих и обладающих значительными весогабаритными параметрами измерительных металлоемких трансформаторов тока (ТТ) и токовых реле с металлическими сердечниками [1;2;3]. Для повышения надежности традиционных токовых защит, выполненных к примеру, как на электромеханической, так и микропроцессорной базе целесообразно применять альтернативные защиты для получения максимального эффекта [4;5]. В качестве альтернативы применения ТТ и соответствующих защит возможно рассмотрение защит на различных магниточувствительных элементах, таких как датчики Холла, магниторезисторы, магнитодиоды, магнитотранзисторы, катушки индуктивности и герконы [6;7;8;9;10;11;12;13;14]. Работы по созданию ресурсосберегающих токовых защит без ТТ с металлическими сердечниками, к примеру на основе герконов ведутся еще с 60-х годов прошлого столетия. Для построения релейной защиты электродвигателей без вышеназванных ТТ авторами были выбраны катушки индуктивности от обычных промежуточных реле, таких как РП-25 [14]. Выбраны они были в связи с тем, что в сравнении с другими магниточувствительными элементами они обладают преимуществами, заключающихся в том, что они выступают в качестве измерительного органа защиты, обладают низкой стоимостью, малыми весогабаритными параметрами в сравнении с измерительными ТТ и токовыми реле с металлическими сердечниками. За последние десятилетия имеется ряд разработанных токовых защит на таких катушках индуктивности [15;16;17;18;19;20]. В данной работе представлен и рассмотрен принцип действия альтернативной токовой защиты с контролем исправности на катушках индуктивности для электрических двигателей, выполненной в виде конструкции и установленной внутри корпуса ячейки КРУ 6-10кВ.

Методы и результаты исследования: целью исследования является создание для защиты высоковольтных электрических двигателей альтернативной токовой защиты (отсечки) с контролем исправности элементов схемы защиты на катушках индуктивности, без использования для этих защит измерительных трансформаторов тока и реле тока с металлическими сердечниками. Методом исследования является сравнение рассмотренных токовых защит электрических двигателей с традиционными защитами, выполненными с использованием трансформаторов тока и реле тока с металлическими сердечниками. Главным фактором является отказ от применения металлоемких, громоздких и дорогостоящих трансформаторов тока и реле тока с металлическими сердечниками.

**Результаты и обсуждение.** *Токовая защита высоковольтных электродвигателей с контролем исправности.* Принцип действия данной защиты, представленной в виде конструкции основан на воздействие магнитных потоков  $\Phi$ , созданных токами в токоведущих шинах ячейки КРУ 6-10кВ, к которой подключен защищаемый электродвигатель на катушку индуктивности 1 (рис.1). Данная конструкция может устанавливаться внутри любых серий ячеек КРУ 6-10кВ и ЗРУ-35кВ, как для всех трёх фаз в одном комплекте, так и для каждой фазы по отдельности в том месте, где имеется максимальное значение магнитных потоков. Применение микроконтроллера 2 обусловлено контролем исправности элементов токовой защиты, осуществляющий поочередную подачу потенциалов от источника постоянного тока 3 и переменного напряжения 4 (рис.1а). При этом его контакты 5 и 6, подключенные к источнику переменного напряжения 4, а также 7 и 8 подключенные к источнику постоянного тока 3 срабатывают одновременно и попарно, то есть к примеру, при замыкании контакта 6 размыкается контакт 8 и по той же аналогии при замыкании контакта 5 размыкается контакт 7.

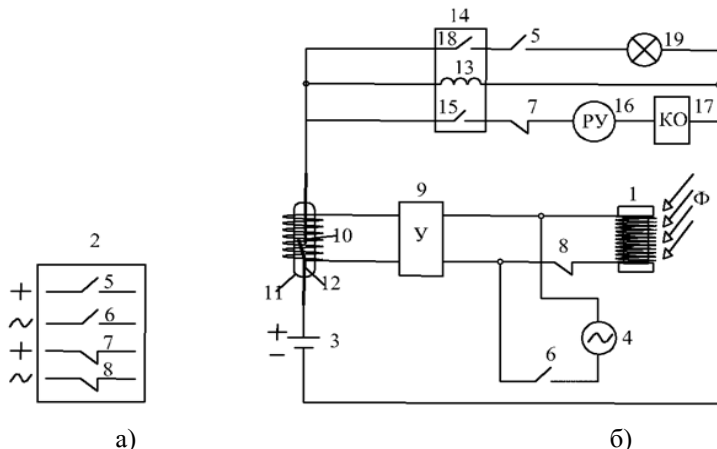


Рисунок 1–Токовая защита электродвигателей с контролем исправности:  
а) микроконтроллер; б) структурная схема защиты

При коротком замыкании на выводах защищаемого электродвигателя, ток в шинах ячейки комплектного распределительного устройства возрастает, и катушка индуктивности 1, установленная на безопасном по «Правилам устройства электроустановок» расстоянии, равного 0,12м. от данных шин реагирует на изменения магнитного поля, и в ней индуцируется повышенное значение электродвижущей силы (рис. 1б). В силу того, что значение данного снимаемого напряжения с выводов катушки индуктивности 1 имеет значение порядка 5 В, то оно повышается с помощью усилителя напряжения (У) 9 до значения, равного  $U=220$  В (при этом коэффициент усиления равен )

$K_y = \frac{U_2}{U_1} = \frac{220}{5} = 44$ ) и подается на выводы обмотки управления 10 геркона 11. В результате геркон 11 под воздействием магнитного поля, создаваемого обмоткой управления 10 срабатывая замыкает свой контакт 12 и посылает положительный потенциал «+», поступающий с источника постоянного тока 3 на первый вывод обмотки 13 промежуточного реле 14. Данное реле 14 сработав, подаёт потенциал «+» через свой контакт на замыкание 15 и проходит через контакт на размыкание 7 микроконтроллера 2 на первый вывод указательного реле 16, а с него на первый вывод обмотки катушки отключения (КО) 17 выключателя электродвигателя. В результате защищаемый электродвигатель отключается. Срабатывание токовой защиты электродвигателя при этом фиксируется указательным реле (PY)16.

В нормальном режиме работы электродвигателя, параметры в усилителе напряжения 9 отрегулированы так, чтобы он срабатывал лишь при появлении

на его выводах напряжения, свыше 5 В, а при значении напряжения меньше этого значения, данная защита на отключение электродвигателя не срабатывает.

С целью надежного функционирования данной альтернативной токовой защиты осуществляется непрерывный контроль исправности ее элементов. Выполняется данный контроль с использованием микроконтроллера 2, который осуществляет с заданной выдержкой времени, равной 0,02 с. (с интервалом времени 180 с.) подачу от источника переменного напряжения 4 одного из фазных потенциалов «~» через свой контакт на замыкание 6 на первый вывод усилителя напряжения 9, на второй же вывод данного усилителя 9 через контакт на размыкание 8 микроконтроллера 2 постоянно приходит от источника переменного напряжения 4 другой фазный потенциал «~» (рис. 1а). После этого выходящее с усилителя 9 напряжение повышается им также до значения  $U=220$  В (как и в случае при коротком замыкании), коэффициент усиления также равен и подается на выводы обмотки управления 10 геркона 11. Геркон 11 под воздействием магнитного поля, создаваемого обмоткой 10 срабатывая замыкает свой контакт 12 и посылает положительный потенциал, поступающий с источника постоянного тока 3. При этом данный потенциал проходит через обмотку 13 промежуточного реле 14, которое срабатывая замыкает свои контакты на замыкание 15 и 18. Далее положительный потенциал проходит с контакта 15 реле 14, а также через контакт на замыкание 5 микроконтроллера 2 к сигнальной лампе 19, которая загораясь сигнализирует об исправности устройства (рис. 1б). Через интервал времени, равный 180 с. данный контроль исправности устройства повторяется вновь по алгоритму, описанному выше. В случае, если какой-либо элемент устройства имеет повреждение, то к сигнальной лампе 19 положительный потенциал не поступает, и она не горит, что с легкостью обнаруживается обслуживающим персоналом.

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

### **Выводы**

У представленной и рассмотренной альтернативной защиты имеется своя особенность, заключающаяся в том, что токовая защита электродвигателей обладает функцией контроля состояния исправности своих элементов, который осуществляется автоматически и без участия человека. При этом не нарушается режим работы, подключенного к примеру к ячейке КРУ 6-10кВ электродвигателя, так как нет необходимости в отключении его и соответственно нет необходимости выкатывания выключателя (вакуумного, маломасляного и др.) из ячейки. Все конструктивные элементы представленной защиты выполнены из термостойкого, прочного и облегченного пластика, типа

«PLA», распечатанных на 3D принтере. Отсутствие при этом использования в данных защитах токовых реле и измерительных трансформаторов тока (выносных) с металлическими сердечниками, содержащих в своем составе дорогостоящие медь, сталь и высоковольтную изоляцию, имеющих также значительные весогабаритные параметры, отвечает актуальному вопросу электроэнергетики – ресурсосбережению материалов, позволяя тем самым осуществить значительную экономию меди, стали и изоляции, при этом представляя из себя совершенно новый подход в реализации токовой защиты электродвигателей и как результат использовать представленную конструкцию для реализации токовых защит на катушках индуктивности для электродвигателей любого типа и класса напряжения.

### 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 **Казанский В. Е.** Трансформаторы тока в схемах релейной защиты. – М. : Энергия, 1969. – 184 с.
- 3 **Казанский В. Е.** Измерительные преобразователи тока в релейной защите. – М.: 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 **Шнеерсон Э. М.** Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
- 6 **Кобус А., Тушинский Я.** Датчики Холла и магниторезисторы / пер. с польск. В. И. Тихонова, К. Б. Макидонский; под ред. О. К. Хомерики. – М. : «Энергия», 1971. – 352 с.
- 7 **Changhe Sun, Yumei Wen, Ping Li, Weisheng Ye, Jin Yang, Jing Qiu, Jing Wen,** Self-Contained Wireless Hall Current Sensor Applied for Two-Wire Zip-Cords, IEEE Transactions on Magnetics, Volume: 52 Issue: 7, July 2016.
- 8 **Котенко Г. И.** Магниторезисторы. – Л.: Энергия, 1972. – 80 с.
- 9 **Егизарян Г. А., Стафеев В. И.** Магнитодиоды, магнитотранзисторы и их применение. – М. : Радио и связь, 1987. – 88 с.
- 10 **Кожович Л. А., Бишоп М. Т.** Современная релейная защита с датчиками тока на базе катушки Роговского // Современные направления развития релейной защиты и автоматике энергосистем: сб. докл. междунар. науч.-технич. конф. – М. : Научно-инженерное информационное агентство, 2009. – С. 39-48.
- 11 **Диковский Я. М., Капралов И. И.** Магнитоуправляемые контакты. – М. : Энергия, 1970. – 152 с.



12 **R. Weiss, A. Itzke, J. Reitenspieß, I. Hoffmann, R. Weigel, A. Novel**, Closed Loop Current Sensor Based on a Circular Array of Magnetic Field Sensors, *IEEE Sens. J.* 19 (2019) 2517–2524 s.

12 **A. Elmitwally, E. Gouda, S. Eladawy**, Optimal allocation of fault current limiters for sustaining overcurrent relays coordination in a power system with distributed generation *Alex Eng J.* 54, (4), (2015), 1077–1089 p.

13 **Басс Э. И.** Кагушки реле защиты автоматики. – М.: Энергия, 1974. – 80 с.

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

15 **Исабеков, Д. Д.** Конструкция токовой защиты / Патент № 36111 Республики Казахстан, опубл. 17.02.2023, бюл. № 7.

16 **Исабеков Д. Д., Темиртаев И. А.** Дифференциальная защита силовых трансформаторов / Патент № 35655 Республики Казахстан, опубл. 20.05.2022, бюл. № 20.

17 **Исабеков, Д. Д.** Конструкция максимальной токовой защиты с блокировкой минимального напряжения / Патент № 36022 Республики Казахстан, опубл. 23.12.22, бюл. № 51.

18 **Исабеков, Д. Д., Полищук, В. И., Постоянкова, К. Ю.** Устройство максимальной токовой защиты / Патент № 2786632 Российской Федерации, опубл. 23.12.2022, бюл. № 36.

18 **Исабеков Д. Д., Полищук В. И., Кислов А. П., Постоянкова К. Ю.** Устройство определения индукции электромагнитного поля / Патент № 2759418 Российской Федерации, опубл. 12.11.2021, бюл. № 32.

## 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 sxemakh relejnoj zashhity` [Current transformers in relay protection circuits] [Text] – М. : E`nergiya, 1969. – 184 s.

3 **Kazanskij, V. E.** Izmeritel`ny`e preobrazovateli toka v relejnoj zashhite [Current transducers in relay protection] [Text]–М. : 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 s.

5 **Shneerson, E`. M.** Cifrovaya relejnaya zashhita [Digital relay protection] [Text] – М. : 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] – M. : «E`nergiya», 1971. – 352 p.

7 **Changhe Sun, Yumei Wen, Ping Li, Weisheng Ye, Jin Yang, Jing Qiu, Jing Wen, Self-Contained Wireless Hall Current Sensor Applied for Two-Wire Zip-Cords**, IEEE Transactions on Magnetics, Volume: 52 Issue: 7, July 2016.

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

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

10 **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] – M. : Nauchno-inzhenernoe informacionnoe agentstvo, 2009. – P. 39-48.

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

12 **R. Weiss, A. Itzke, J. Reitenspieß, I. Hoffmann, R. Weigel, A Novel, Closed Loop Current Sensor Based on a Circular Array of Magnetic Field Sensors**, IEEE Sens. J. 19 (2019) 2517–2524 p.

13 **A. Elmitwally, E. Gouda, S. Eladawy**, Optimal allocation of fault current limiters for sustaining overcurrent relays coordination in a power system with distributed generation Alex Eng J. 54, (4), (2015), 1077–1089 p.

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

15 **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. – 85-91 p.

16 **Isabekov D. D.** Konstrukciya tokovoj zashhity` / Patent № 36111 Respubliki Kazaxstan, opubl. 17.02.2023, byul. № 7.

17 **Isabekov D. D., Temirtaev I. A.** Differencial`naya zashhita silovy`x transformatorov / Patent № 35655 Respubliki Kazaxstan, opubl. 20.05.2022, byul. № 20.

18 **Isabekov D. D.** Konstrukciya maksimal`noj tokovoj zashhity` s blokirovkoj minimal`nogo napryazheniya / Patent № 36022 Respubliki Kazaxstan, opubl. 23.12.22, byul. № 51.

19 **Isabekov D. D., Polishhuk V. I., Postoyankova K. Yu.** Ustrojstvo maksimal'noj tokovoj zashhity' /Patent №2786632 Rossijskoj Federacii, opubl. 23.12.2022, byul. №36.

20 **Isabekov D. D., Polishhuk V. I., Kislov A. P., Postoyankova K. Yu.** Ustrojstvo opredeleniya indukcii e`lektromagnitnogo polya / Patent № 2759418 Rossijskoj Federacii, opubl. 12.11.2021, byul. № 32.

Принято к изданию 18.09.23.

\*Д. Д. Исабеков<sup>1</sup>, В. П. Марковский<sup>2</sup> К. Р. Темирбулатов<sup>3</sup>

В. И. Аксёнов<sup>4</sup>, А. П. Плевако<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ  
Басып шығаруға 18.09.23 қабылданды.

## ЭЛЕКТРҚОЗГАЛТҚЫШҚЫЛАРДЫҢ АЛЬТЕРНАТИВТІК ТОҚ ҚОРҒАУ

*Мақалада авторлар өлшеуіш ток трансформаторларын (ТТ) ферромагниттік өзектері бар және ток релесін пайдаланбай салмағы пен өлшем параметрлері және жоғары құны. Осы қорғаныстар үшін индуктивтік катушкаларды бақылау арқылы жасалған жоғары кернеу электрқозғалтқыштары үшін альтернативтік ресурс үнемдейтін ток қорғанысын құру және жұмыс істеу принципін ұсынады. Қолданылуымен қорғаныстар электрмеханикалық, жартылай өткізгіштік және микропроцессорлық негізде жасалған электрқозғалтқыштарының дәстүрлі қорғаныстарына қатысты қайталау ретінде пайдаланылуы мүмкін және сонымен бірге олар жылдамдық бойынша олардан кем түспейді. Ұсынылған электрқозғалтқыштарын ток қорғау, оның элементтерінің бақылау функциясы бар, ол адамның араласуынсыз автоматты түрде жүзеге асырылады. Ғылыми жаңалықтың негіздемесі мынада: бұл қорғаныс ресурсты үнемдейтін материалдар әсерін береді, сол арқылы мыс пен болатты айтарлықтай үнемдеуге мүмкіндік береді және электрқозғалтқыштарын ток қорғауды жүзеге асырудағы жаңа тәсілді білдіреді. Ұсынылған қорғаныстың барлық құрылымдық элементтері 3D принтерде басып шығарылған «PLA» сияқты ыстыққа төзімді, берік және жеңіл пластиктен жасалған. Бұл қорғаныстың ресурстарын үнемдеу индуктивтік катушкаларды пайдаланудан тұрады, олар құны бойынша да, салмағы мен өлшемдік*

*параметрлері бойынша да жоғарыда көрсетілген ТТ-ға қарағанда әлдеқайда арзан және өлшемі мен салмағы бойынша кішірек. Ұсынылған қорғанысты пайдалану индуктивтік катушкаларды орнатылған ұяшықтың өзінде де, оған қосылған электрқозғалтқышы болып табылатын электр қондырғыларының да релілік қорғанысының сенімділігін арттырады.*

*Ұсынылған ток қорғанысы комплектік тарату құрылғыларының (КТҚ), кернеуі 6-10кВ және жабық тарату құрылғыларының (ЖТҚ), кернеуі 35кВ ұяшықтарының ішіне индуктивтік катушкаларды орнатумен конструкция түрінде жасалған.*

*Кілтті сөздер: индуктивті катушкалар, тоқты кескіш, электр қозғалтқышы, ресурстарды үнемдеу.*

*\*Д. Д. Исабеков<sup>1</sup>, В. П. Марковский<sup>2</sup> К. Р. Темірбулатов<sup>3</sup>*

*В. И. Аксёнов<sup>4</sup>, А. Р. Plevaco<sup>5</sup>*

*<sup>1,2,3,4,5</sup>Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar*

*Accepted for publication on 18.09.23*

## **ALTERNATIVE CURRENT PROTECTION FOR ELECTRIC MOTORS**

*The authors present the creation and principle of operation of resource-saving current protection for electric motors, made with control of serviceability on inductance coils, without using for these protections current transformers (CTs) and current relays with ferromagnetic cores, which have significant weight and size parameters and high cost. Protections with their application can be used as a duplicate in relation to the traditional electric motor protections, made on electromechanical, semiconductor and microprocessor bases and at the same time on the speed of operation is not inferior to them. In the presented current protection of electric motors, possessing function of control of serviceability of its elements, which is carried out automatically without human participation). Justification of scientific novelty is the fact that this protection has the effect of resource-saving of materials, thus allowing to carry out a significant saving of copper and steel, and represent a new approach in the implementation of current protections for electric motors. All structural elements of the presented protection are made of heat-resistant, durable and lightweight plastic of "PLA" type, printed on a 3D printer. Resource efficiency of this protection is the use of inductance coils, which are both*

*in their cost and in their weight and dimensions much cheaper and smaller in size and weight than the above-mentioned CTs. The use of the presented protection increases the reliability of relay protection, both of the cell, where the inductance coils are installed, and of electric installations, which is an electric motor, connected to it. The proposed current protection is performed in the form of a design with the installation of inductance coils inside the cells of complete switchgear (CS). Voltage 6-10 kV and closed switchgears (CSs), voltage 35 kV.*

*Keywords: Inductance coil, current cutoff, electric motor, resource saving*

Теруге 18.09.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.09.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб 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 №4140

Сдано в набор 18.09.2023 г. Подписано в печать 29.09.2023 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

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

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4140

«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](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.vestnik-energy.tou.edu.kz](http://www.vestnik-energy.tou.edu.kz)