

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

№ 2 (2025)

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/NRPL3020>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Шокубаева З. Ж.	<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/MBSO8608>***Д. Д. Исабеков**

Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6673-5646>e-mail: Dauren_pvl2012@mail.ru

УСТАВКАЛАРДЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН РЕТТЕЙТІН ЭЛЕКТР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫН ҚОРҒАУ

Мақалада дәстүрлі ток қорғанысына тиімді альтернативтік болып табылатын қорғаныс ұсынылған. Металл өзектері бар тоқтың (ТТ) металды қажет ететін өлшеу трансформаторларын қолданбай, Электр қондырғыларының (ЭҚ) зақымданудан ресурс үнемдейтін релелік қорғанысын (РҚ) құру өткен ғасырдың 60-жылдарында басталды. Бұл трансформаторлар бүгінгі күнге дейін өзекті. Жұмыстың ғылыми жаңалығы – орамалардағы қорғаныстарды құру теориясын одан әрі дамыту. Ол магнит өрісінің (МӨ) индукциясын әр түрлі режимдерде және комплектік тарту құрылғысының (КТҚ) ұяшығының ішіндегі нүктелерде өлшеуге негізделген және олардың мәндері онымен қоректенетін ЭҚ-дағы фазааралық зақымдануды анықтау үшін жеткілікті. Ораманың кернеу датчигі сияқты және қорғаныс конструкциясы ретінде екілік рөлі өте маңызды. Ол ұяшықтың ток өткізгіш шиналарындағы токтар тудыратын МӨ-ға реакция жасайды. Ораманы минималды қашықтықты сақтай отырып, МӨ сезіну үшін ток өткізгіш шинаның жанына орнатады. Зерттеудің мақсаты қарапайым: орамаларда орындалған КТҚ ұяшығына қосылған әртүрлі ЭҚ үшін жаңа, ресурстарды үнемдейтін қорғауды әзірлеу. Бұл қорғаныс қосылған ЭҚ-ны ажыратпай, қондырғыларды қашықтан басқаруға мүмкіндік береді. Мақалада ұяшыққа қосылған ЭҚ зақымданудан қорғауды жүзеге асырудың жаңа конструктивтік шешімі берілген.

Кілтті сөздер: қорғаныс, катушка, ток, индукция, ресурстарды үнемдеу.

Кіріспе

Бүгінгі таңда микропроцессорлық РҚ құрылғылары өндіріске кеңінен енгізілгені айқын. Алайда олардың сенімділігі электромеханикалық немесе жартылай өткізгіш құрылғылардан жоғары емес [1; 2]. Электр энергетикасындағы ресурстарды үнемдеу мәселесі үлкен жоғары вольтты электр жүйелері жөніндегі халықаралық кеңестерде (CIGRE) бірнеше рет талқыланды. Қымбат, ауыр және ірі ток трансформаторларын (ТТ) пайдаланбай РҚ-ны іске асыру мәселесі өзекті болып қала береді [3]. Осыған байланысты техникалық параметрлерден кем түспейтін және сонымен бірге пайдаланылатын материалдарды сақтайтын қорғаныс үшін басқа конструктивті шешімдерді іздеу қажет. Мұндай ТТ-ны пайдаланудан бас тарту және балама негізінде жаңа қорғаныс конструкцияларын әзірлеу қажет. Бұл мақалада ол қарастырылады. Жоғарыда аталған ТТ-сыз РҚ құрудың перспективалық тәсілдерінің бірі орамаларды пайдалану болып табылады [4]. Бұл жағдайда ТТ және олардың негізінде тиісті қорғаныстарды қолдану қажеттілігі жоғалады. Әртүрлі магнитке сезімтал элементтерге салынған МӨ сияқты [5]; [6]; [7], магнитотранзисторлар, магнитодиодтар, магниторезисторлар, Холл датчиктері [8], Роговский катушкалары [9], геркондары [10]; [11] әсеріне негізделген көптеген қорғаныстар бар. Орам ұсынылған қорғаныста екі функцияны орындайды: бұл ток датчигі және ұяшықтың ток шиналарындағы токтан тудыратын МӨ өлшеу құрылғысы. Ораманы Электр Қондырғыларын орнату Ережелерінде (ЭҚЕ) көрсетілген минималды рұқсат етілген қашықтыққа сәйкес ток өткізгіш шиналардың жанында орнату керек [12].

Материалдар мен әдістері

Ток өткізгіш шиналар шығаратын МӨ шамасы конструкциясы ішкі темір өзегі жоқ «КЛ-25» аралық релесінен орамалардың (индуктивтік катушкамен) көмегімен анықталды. ~220 вольтта жұмыс істейтін бұл реле қорғаныс, телемеханика және автоматикада, техниканың әртүрлі салаларында кеңінен қолданылатын элемент болып табылады. Қорғаныс конструкциясы мыс, болат, жоғары вольтты оқшаулау, бастапқы инвестициялық шығындарын жобалау және монтаждау, сондай-ақ ТТ пайдаланудан толық бас тарту арқылы жыл сайынғы шағын пайдалану шығындарын айтарлықтай үнемдеу мүмкіндіктерін көрсете отырып, РҚ-ның одан әрі дамуын білдіреді. Бұл ТТ-лар әзірленген қорғанысқа қарағанда ондаған және жүздеген есе артық мөлшерде аталған құрамдастардың барлығын қамтиды.

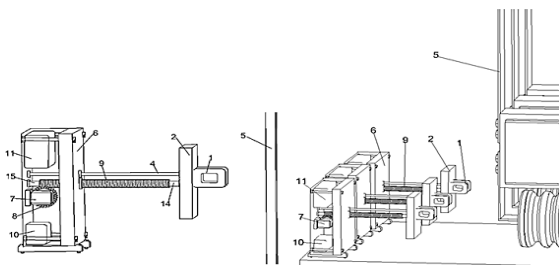
Нәтижелер және талқылау. ЭҚ қорғау конструкциясы іске асыру негізгі элементі орам (1) болып табылады (сур.1а, ә). Ол планкаға (2) бекітілген. Орамның (1) шығысы кернеу күшейткішіне (3) қосылған. Планка (2) тіректің (4) көмегімен бекітіледі және ток өткізгіш шинаға (5) қарама-қарсы

орналасқан. Пенал (6) корпусын егжей-тегжейлі қарастырған кезде, онда тісті шкивке (8) бекітілген микромотордың (7) болуын анықтауға болады. Микромотор (7) бұрандалы стерженге (9) бекітілген. Пенал (6) ішінде уақыт релесі (10) және аралық реле (11) орналастырылған (сур.16). Индикация релесі (12) және ажыратқыштың өшіру катушкасы (13) тарату құрылғысында орнатылған. Стержень (9) планкаға (2) цилиндрмен (14) қосылады, ал басқа ұшы цапфа (15) орналасқан. Микромотор (7) пеналдың (6) қорапқа бекітіліп тарату құрылғысында орнатылады. Микромоторға (7) қуат қорғаныс шкафына орнатылған басқару блогынан (16) беріледі (сур.1в). Басқару блогының (16) алдыңғы бетінде сенсорлық дисплеймен (17) жабдықталған, бұл микромотордың басқаруды жеңілдетеді (7). Сонымен қатар, блок (16) микромотордың (7) қозғалыс бағытын реттеуге қызмет ететін басқару (18) және (19) түймелерімен жабдықталған. Басқару блогы (16) автоматтан (20) жұмыс істейді. Қарастырылып отырған компоненттер – микромотор (7), тісті шкиві (8) және стержень (9), бұл ораманың (1) шинаға (5) немесе одан қозғалуын қамтамасыз ететін қозғалмалы механизм болып тұр. Бұл механизм қорғаныс уставкаларды өзгерту үшін қолданылады. Орамның шығысы (1) кернеу күшейткішінің (3) кірісіне қосылған, оның бірінші шығысы автоматтың (20) «плюс» полюсіне қосылған. Күшейткіштің шығысы (3) реле (10) ораманың (21) бірінші шығысына қосылған, ол уақыт пен тұйықталу контакті (22) бар. Ол сондай-ақ автоматтың «плюс» полюсіне қосылған (20) (сур.16). Контакт (22) реленің (11) ораманың (23) бастапқы шығысына қосылған. Бұл орам жабуға контактімен (24) қосылған және ол автоматтың (20) «плюс» полюсіне қосылған. Тұйықталу контактінің (24) шығысы индикация релесінің (12) ораманың (25) бірінші шығысына қосылған, ал оның тұйықталу контактісі (26) ұяшық ажыратқыштың өшіру катушкасының (13) орамасының (27) бірінші шығысына қосылған. Күшейткіштің (3), (11) және (12) релері (23) және (25) орамалары, сондай-ақ өшіру катушкасы (27) екінші шығындары автоматтың (20) теріс полюсіне қосылған. Кернеу күшейткіші (3), реле (10), (11) және (12), автоматты (20), басқару блогы (16) тарату құрылғысының (ТҚ) қорғаныс шкафында орналасқан (сур.16, в).

Қорғау істейтін принципі. Номиналды ток токтың шинасы (5) арқылы өтуі кезінде оның айналасында магнит өрісінің пайда болуына әкеледі, ол «Ф» магнит ағынымен сипатталады (сур.16). Қорғау принципі шина (5) тогы орамға (1) тудыратын «Ф» әсеріне негізделген. Бұл магнит ағынының максималды мәні тіркелген ТҚ корпусында жүзеге асырылады. Бұл жағдайда орамасы (1) бар құрылыс шиналардан (5) 120 миллиметр қашықтықта жүзеге орнатылады (сур.1а, ә). Автомат (20) қосылған кезде құрылымның барлық элементтеріне қуат беру басталады. 1-суретте көрсетілгендей, басқару блогының (16) сенсорлық дисплейі (17) шиналарға дейінгі қашықтықты

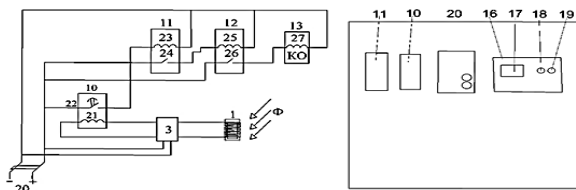
(5) көрсетеді. Мысалы қазіргі уақытта, орам (1) шинадан 160 миллиметр қашықтықта орналасқан (5) (сур.1в). «Алға» батырмасын (18) басқаннан кейін сенсорлық дисплейде (17) микромотор (7) іске қосылады, бұл ораманың (1) шинаға (5) қарай жылжуына әкеледі. Қажетті қашықтықты сенсорлық дисплейде (17) көрсеткеннен кейін (18) батырмасын босату керек. Нәтижесінде орама (1) шинадан (5) қажетті қашықтықта орнатылады. Қажет болса, жоғарыда аталған әрекеттерді «артқа» батырмасын (19) таңдау арқылы кері тәртіпте орындауға болады.

ТҚ ұяшығына қосылған қорғалған ЭҚ зақымдануы кезінде оның шинасындағы (5) токтың жоғарылауына әкеледі. Орам (1) „Ф” өзгерісіне реакция жасайды (суретте 1в көрсеткілері көрсетілген). Бұл реакция кернеудің жоғарылауына индуктивтілігіне әкеледі. Қорғаныс механизмі орамның (1) шығысына алынған кернеумен іске қосылады, ол 5В мәніне орнатылған. Осы кернеуді кейіннен реттеу үшін кернеу күшейткіш (3) қолданылады. Ол тек осы кернеу мәнінде жұмыс істеуге реттелген, осылайша қажетті шығыс кернеуі 220 В құрайды. Бұл жағдайда 5В кернеу мәні $U=220V$ деңгейіне дейін артады және реле (10) орамның (21) кірісіне түседі. Реле (10) іске қосылғаннан кейін 0,02 секундқа тең уақытын есептейді (сур.1б). Осы реттіліктен реле (10) контактісі (22) кейін уақыты санап іске қосылады, осылайша реле (11) орамасына (23) бірінші шығысына «плюс» потенциалын береді. Реле (11) іске қосылғаннан кейін «плюс» потенциалын өзінің қосылатын контактісі (24) арқылы мен индикация релесінің (12) орамасына (25) береді. 1в суретте көрсетілгендей реле (12) өз кезегінде контакты (26) іске қосылады. Содан кейін релесі (12) бар потенциалды ажыратқыштың (13) катушкасының (27) орамасының бірінші шығысына беріледі. Осылайша, қорғалған ЭҚ жалпы электржелісінен ажыратылады.



(a)

(б)



(б)

(в)

- 1-сурет – Қорғаныс элементтері: (а) қорғаныс құрылымы;
 (ә) қорғаныс шкафындағы қорғау құрылымның орналасуы;
 (б) ЭҚ функционалды қорғаныс схемасы; (в) ТҚ қорғаныс шкафы

ЭҚ қалыпты жұмысында орамнан (1) кернеу күшейткішінің (3) кірісіне берілетін кернеу мәні 5 В-тан аз болады (сур. 16). Бұл тек берілген кернеу мәнінде және оданда жоғары кернеуде жұмыс істеуге арналған күшейткіштің (3) конфигурациясы мен байланысты. Бұл конфигурация оның шығысында қажетті шығыс кернеуіне жету үшін қажет. Демек, орамдағы қорғаныс схемасы осы себебі мен қорғалған ЭҚ өшіруді бастамайды.

Қорытынды

ЭҚ қорғаныс уставкаларды реттеуді жүзеге асыру оларды ТҚ ток өткізетін шиналар жазықтығына қатысты орамның қашықтан басқаруымен реттеуге мүмкіндік береді. Мұндай реттеу микромотордың көмегімен жүзеге асырылады. Мұндай жағдайларда ұяшықты өшіру қорғаныс уставкаларды орнатудың міндетті шарты емес. Сыртқы және орнатылған өлшеуіш ток трансформаторларының болмауы, сондай-ақ құрамында қымбат тұратын металл өзектері бар ток релесі мыс, болат және оқшаулау, сонымен қатар айтарлықтай массасы мен өлшемдері бар, пайдаланылатын материалдардың РҚ-ресурсын үнемдеудің өзекті мәселесін шешеді. Бұл конструкцияны ТҚ-ға қосылған электр қондырғыларын, соның ішінде жабық қондырғыларға да, кернеудің әр түрлі мен классын қорғауды жүзеге асыру үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Орамдарды қорғаныс құралы ретінде пайдалану өзін жоғары тиімді қорғаныс ретінде көрсетті. Бұл орамалар жоғарыда аталған ТТ-мен салыстырғанда қорғаныс құрылымының құнының, массасының және өлшемдерінің айтарлықтай төмендеуін көрсетеді. Бұл төмендеу әсіресе байқалады, өйткені біріншісінің құны, массасы мен өлшемдері екіншісіне қарағанда шамамен аз.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Киреева, Э. А., Цырук, С. А.** Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем :учебник. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с. [Электрондық ресурс]. – <https://www.elec.ru/files/2019/12/25/kireeva-ea-cyruk-sa-releynaya-zaschita-i-avtomatik.PDF>.
- 2 **Исмагилов, Ф. Р., Ахматнабиев, Ф. С.** Микропроцессорные устройства релейной защиты энергосистем. – Уфа, УГАТУ, 2009. – 171 с. [Электрондық ресурс]. – https://www.elec.ru/files/2019/12/25/ismagilov-fr-ahmatnabiev-fs-mikroprocessornye-ustr_N63n.pdf.
- 3 Трансформаторы измерительные. Часть 2. Технические условия на трансформаторы тока. – М. : изд. Стандартиформ, 2018. [Электрондық ресурс]. – https://www.elec.ru/viewer?url=files/2019/03/21/pnst_283-2018.pdf.
- 4 **Issabekov, D., Issenov, S.** Alternative Resource-Saving Current Protections for Electric Motor // Proceedings – 2024 International Russian Smart Industry Conference, SmartIndustryCon 2024, 2024. – P. 19–24. – <https://doi.org/10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515681>.
- 5 **Regelii, Suassuna de Andrade Ferreira, Jalberth, Fernandes de Araujo, Filipe, L. M. Andrade, Edson, G. Costa, Francisco, C. F. Guerra.** Influence of electromagnetic forces in the gaps of a protective CT // IET Science, Measurement & Technology. – 2018. – Vol. 12. – № 7. – P. 872–877. – <https://doi.org/10.1049/iet-smt.2017.042>.
- 6 **Pyushin, Yuri, Alexander, Martirosyan.** The development of the soderberg electrolyzer electromagnetic field's state monitoring system // National Library of Medicine. – 2024. – <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52002-w>.
- 7 **Марков, В. Ф., Мухамедзянов, Х. Н., Маскаева, Л. Н.** Материалы современной электроники. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 272 с. [Электрондық ресурс]. – https://clar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6_2014.pdf.
- 8 **Crescentini, M. et al.** Hall-effect current sensors: principles of operation and implementation techniques // IEEE Sens. J. – 2022. [Электрондық ресурс]. – <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9568879>.
- 9 **Kozhovich, L. A.** Non-conventional instrument transformers for improved substation design // CIGRE Session. – 2016 [Электрондық ресурс]. – URL: <https://www.e-cigre.org/publications/detail/b3-101-2016-non-conventional-instrument-transformers-for-improved-substation-design.html>.
- 10 **Карабанов, С. М., Майзельс, Р. М., Шоффа, В. Н.** Магнитоуправляемые контакты (герконы) и изделия на их основе. – Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 408 с.

11 **Issabekov, D. D.** Resource-saving protections of power transformers against internal faults // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 434. – Art. 01041. – P. 35–39. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401041>.

12 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан. Правила устройства электроустановок Республики Казахстан : утв. 20 марта 2015 года, №230 [Электрондық ресурс]. – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010851>.

REFERENCES

1 **Kireeva, E. A., Ciruk, S. A.** Releynaya zaschita i avtomatika elektroenergeticheskikh sistem : uchebnik [Relay protection and automation of electric power systems : textbook]. – Moscow : Izdatelskii centr «Akademiya», 2010. – 288 p. [Electronic resource]. – <https://www.elec.ru/files/2019/12/25/kireeva-ea-cyruk-sa-releynaya-zaschita-i-avtomatik.PDF>

2 **Ismagilov, F. R., Ahmatnabiev, F. S.** Mikroprocessornie ustroistva releinoi zaschiti energosistem [Microprocessor devices of power system relay protection] [Text]. – Ufa : UGATU, 2009. – 171 p. [Electronic resource]. – https://www.elec.ru/files/2019/12/25/ismagilov-fr-ahmatnabiev-fs-mikroprocessornye-ustr_N63n.pdf

3 Transformatory izmeritelnye. Chast 2. Tehnicheskie usloviya na transformatory toka. [Measuring transformers. Part 2 Specifications for current transformers]. – Moscow : izd. Standartinform, 2018. [Electronic resource]. – https://www.elec.ru/viewer?url=files/2019/03/21/pnst_283-2018.pdf

4 **Issabekov, D., Issenov, S.** Alternative Resource-Saving Current Protections for Electric Motor // Proceedings – 2024 International Russian Smart Industry Conference, SmartIndustryCon 2024. – 2024. – P. 19–24. – <https://doi.org/10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515681>

5 **Regelii, Suassuna de Andrade Ferreira, Jalberth, Fernandes de Araujo, Filipe, L. M. Andrade, Edson, G. Costa, Francisco, C. F. Guerra.** Influence of electromagnetic forces in the gaps of a protective CT // IET Science, Measurement & Technology. – 2018. – Vol. 12. – № 7. – P. 872–877. – <https://doi.org/10.1049/iet-smt.2017.042>.

6 **Ilyushin, Yury, Alexander, Martirosyan.** The development of the soderberg electrolyzer electromagnetic field's state monitoring system // National Library of Medicine. – 2024. – <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52002-w>

7 **Markov, V. F., Muhamedzyanov, H. N., Maskaeva, L. N.** Materiali sovremennoi elektroniki [Materials of modern electronics] [Text]. – Ekaterinburg : Izdatelstvo Uralskogo universiteta, 2014. – 272 p. [Electronic resource]. – https://clar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6_2014.pdf

8 **Crescentini, M. et al.** Hall-effect current sensors : principles of operation and implementation techniques // IEEE Sens. J., 2022. [Electronic resource]. – <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9568879>

9 **Kozhovich, L. A.** Non-conventional instrument transformers for improved substation design // CIGRE Session. – 2016 [Electronic resource]. – URL: <https://www.e-cigre.org/publications/detail/b3-101-2016-non-conventional-instrument-transformers-for-improved-substation-design.html>

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

11 **Issabekov, D. D.** Resource-saving protections of power transformers against internal faults // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 434. – Art. 01041. – P. 35–39. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401041>

12 **Prikaz Ministra e'nergetiki Respubliki Kazakhstan. Pravila ustrojstva e'lektroustanovok Respubliki Kazakhstan : utv. 20 marta 2015, №230** [Order of the Minister of Energy of the Republic of Kazakhstan. Rules for the device of electrical installations of the Republic of Kazakhstan No. 230 dated 2015, March 20] [Text] [Electronic resource]. – <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010851>

13.05.25 ж. баспаға түсті.

23.05.25 ж. түзетулерімен түсті.

03.06.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

**Д. Д. Исабеков*

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 13.05.25.

Поступило с исправлениями 23.05.25.

Принято в печать 03.06.25.

ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК С ДИСТАНЦИОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ УСТАВОК

В статье представлена защита, являющаяся эффективной альтернативой традиционным токовым защита. Создание ресурсосберегающей релейной защиты (РЗ) электроустановок (ЭУ) от повреждений, без применения металлоемких измерительных трансформаторов тока (ТТ) с металлическими сердечниками, началось в 60-х годах прошлого века. Эти трансформаторы актуальны и сегодня. Научная новизна работы – дальнейшее

развитии теории построения защит на обмотках. Она основана на измерении индукции магнитного поля (МП) в различных режимах и точках внутри ячейки комплектного распределительного устройства (КРУ) и их значения достаточны для обнаружения межфазных повреждений в ЭУ, питающихся от неё. Двойная роль обмотки, как датчика напряжения и конструкции защиты очень важна. Она реагирует на МП, создаваемое токами в токоведущих шинах ячейки. Обмотка устанавливается вблизи токоведущей шины, чтобы охватывать МП, соблюдая при этом минимально допустимое расстояние от неё. Цель исследования проста: разработать новую, ресурсосберегающую защиту для различных ЭУ, подключенных к ячейке КРУ, выполненную на обмотках. Данная защита позволяет дистанционно управлять уставками без отключения подключенной ЭУ. В статье представлено новое конструктивное решение для реализации защиты от повреждения в ЭУ, подключенных к ячейке.

Ключевые слова: защита, катушка, ток, индукция, ресурсосбережение.

**D. D. Issabekov*

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 13.05.25.

Received in revised form 23.05.25.

Accepted for publication 03.06.25.

PROTECTION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS WITH DISTANCE REGULATION OF SETPOINTS

The article presents a protection which is an effective alternative to traditional current protections. Creation of resource-saving relay protection (RP) of electrical installations (EI) against faults, without the use of metal-intensive measuring current transformers (CT) with metal cores, began in the 60s of the last century. These transformers are still relevant today. Scientific novelty of the work is further development of the theory of construction of winding protections. It is based on the measurement of magnetic field (MF) induction in various modes and points inside the cell of the complete switchgear (CSG) and their values are sufficient to detect inter-phase faults in the EI powered by it. The dual role of the winding as voltage sensor and protection construction is very important. It reacts to the MF generated by the currents in the current carrying busbars of the cell. The winding is installed close to the live busbar to sense the MF while

maintaining the minimum allowable distance from it. The purpose of the study is simple: to develop a new, resource-saving protection for various EI connected to the CSG cubicle, made on windings. This protection allows remote control of setpoints without disconnecting the connected EI. The paper presents a new design solution for the realization of fault protection in EI connected to the cell.

Keywords: protection, coil, current, induction, resource saving.

Теруге 09.06.2025 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 25,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4417

Сдано в набор 09.06.2025 г. Подписано в печать 30.06.2025 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 25,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4417

«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

Е-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz