

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/JZZW5890>

***Б. Е. Машрапов¹, А. С. Барукин², А. Ж. Динмуханбетова³,
Р. М. Машрапова⁴, Д. Ә. Әмірбек⁵**

^{1,2,3,4,5}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

e-mail: alexbarukin@mail.ru

ЭЛЕКТР БЕРІЛІС ЖЕЛІЛЕРІНІҢ РЕЛЕЛІК ҚОРҒАНЫСЫ ҮШІН ГЕРКОНДАРМЕН ОРЫНДАЛҒАН ӨЛШЕУІШ ОРГАНДАР

Релелік қорғанысы құрылғыларының өлшеуіш органдар ретінде ток трансформаторларын пайдаланбай, геркондарды қолдану, оларды құрудың өзекті мәселесін шешуге мүмкіндік беретіні, атап өтілді. Осы уақытқа дейін белгілі болған геркондармен орындалған өлшеуіш органдар электр беріліс желілерін релелік қорғанысы үшін пайдаланған кезде келесі кемшіліктерге тән екендігі анықталды: төмен сезгіштігі, өйткені желінің сымдары желі жүктемелерінің әсерінен тербелістеу мүмкін (яғни кеңістіктегі орнын өзгертеді), ал геркондар бастапқы қалпыда қалады; аталған жүктемелердің әсерінен өлшеуіш органның өзі сынуы мүмкін, бұл сенімділіктің жеткіліксіздігін сипаттайды; қос тізбекті электр беріліс желілері үшін қолдану мүмкін емес. Электр беріліс желілерін релелік қорғаныс үшін геркондармен орындалған екі жаңа өлшеуіш орган ұсынылған, оларда көрсетілген кемшіліктер жоқ: біріншісі – кернеуі 500 кВ желінің қорғау үшін, екіншісі – параллель желілерді қорғау үшін. Олардың құралымдары мен жұмысының толық сипаттамасы берілген. Өлшеуіш органдардың жаңалығы, төрт тікбұрышты брустар мен екі пластинаны, екі Т-тәрізді брустар және II-тәрізді пластиналар, біреуі трапеция тәрізді пластинасы, бірінші жағдайда алты бұрандалы тартымы және екіншісінде – екі бекіткіш жолақты, арқансымды, екі талрепті, екі дискіні және екі тесіп өткен ойық бар қақпақты, пайдалану болып табылады.

Кілтті сөздер: қорғаныс, өлшеуіш орган, геркон, электр беріліс желісі, құралым, бекіту.

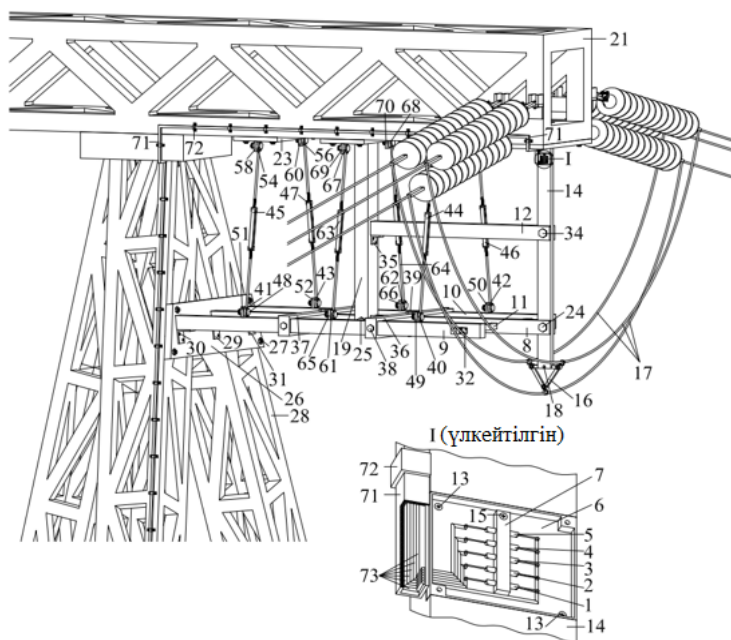
Кіріспе

Дәстүр бойынша электр қондырғыларын қысқа тұйықталудан қорғанысы, соның ішінде соңғы онжылдықтардағы әзірлемелер [1-5], ток туралы ақпаратты металсыйымдылықты және көлемді ток трансформаторларынан алады. Белгілі [6, 7] бойынша, қазіргі уақытта осы ток түрлендіргіштерін пайдаланбай осындай қорғаныстарды құру міндеті өзекті болып табылады. Көп жағдайда, басылымдардың талдауы көрсеткендей, оны шешу үшін Роговский катушкасын [7-9] немесе геркондар [10-13] ток датчиктері ретінде пайдалану ұсынылады. Біз геркондар таңдадық, өйткені олардың релелік қорғаныс үшін маңызды артықшылықтары бар [12]. Олардың негізінде құрудың әртүрлі принциптері [11-15] және қорғаныс құрылғылары әзірленді. Бұл жұмыста, авторлармен әзірлеген және патенттеген [16, 17] электр беріліс желілерін релелік қорғанысы үшін геркондармен орындалған екі өлшеуіш органдар қарастырылады.

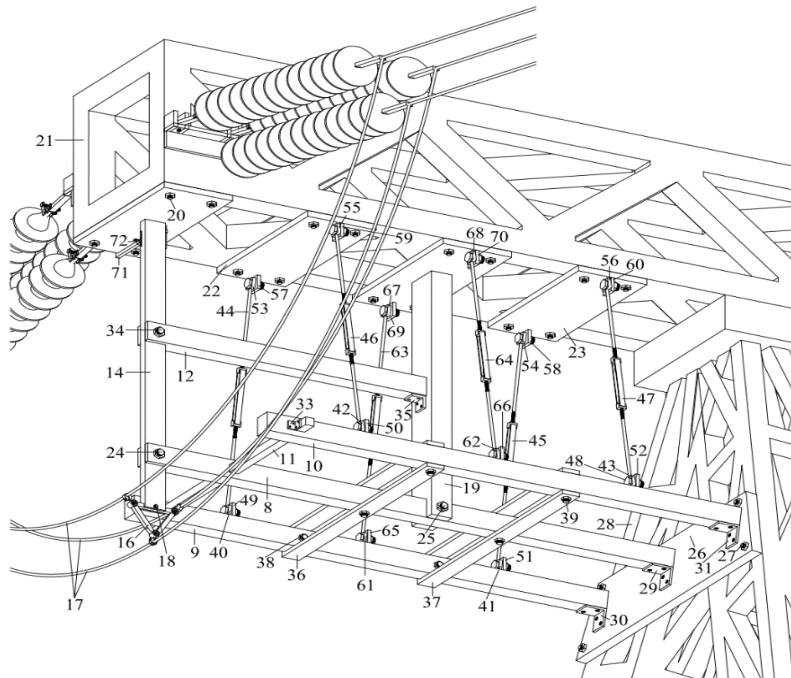
Материалдар мен зерттеу әдістемелері

Кернеуі 500 кВ электр беріліс желінің геркондармен орындалған релелік қорғаныс үшін (1-сурет) өлшеуіш орган герконнан 1–5, қақпағы бар корпустан 6, тікбұрышты брустардан 7–12 тұрады [16]. Корпус 6 екі бұранданың 13 көмегімен бірінші Т-тәрізді брусның 14 ұзартылған бөлігінің басында ойықта бекітілген. Корпусының 6 ішінде бұранданың 15 көмегімен оның түбіне брус 7 бекітілген. Бұл брустың бүйірінде бір-бірінен бірдей қашықтықта бес тесік жасалады, олардың ішінде геркондар 1–5 бір-біріне параллель бекітілген. Т-тәрізді брустың 14 ұзартылған бөлігінің соңындағы ойықтың түбі үш сымның 17 бір фазалы электр беріліс желінің қашықтық тірегіштерінің 16 біріне тіреледі, ол ойықтың бүйір беттеріндегі және плашкадағы мен гайкамен бекітілген соосты тесіктер арқылы өтетін болттың 18 көмегімен брусқа 14 қосылған. Т-тәрізді брустардың 14, 19 қысқартылған бөліктері әрқайсысы гайкалары бар төрт қыстырғыштар 20 көмегімен электр беріліс желінің траверстерінің 21 төменгі жағына бекітіледі, оған Т-тәрізді брустан 19 бірдей қашықтықта тікбұрышты пластиналар 22, 23 бекітіледі. Брустың 8 түзу ұшының соңындағы ойықтың түбі брустың 14 бүйір бетіне тіреледі, ал ондағы және ойықтың бүйір беттеріндегі соосты тесіктерге гайкамен бекітілген болт 24 салынған. Брустың 19 ұзартылған бөлігінің соңындағы ойықтың түбі оның ұзындығының ортасында брустың 8 бүйір бетіне тіреледі, ал ондағы соосты тесіктерге және аталған ойықтың бүйір беттеріне гайкамен бекітілген болт 25 салынған. Трапеция түріндегі пластина 26 гайкалары бар төрт қыстырғыштар 27 көмегімен электр беріліс желінің тірегі тіреуінің 28 бүйір беттеріне бекітіледі және үш ұядан тұрады, қайсысына, сәйкесінше бұрыштықтар 29-31 және осы пластинаға бекітілген бұрандалардың көмегімен брустардың 8-10 қиғаш тікте қойылған ұштарында

орналасқан, тікенелер салынған. Брус 11, брустарда 8-10 жасалған соосты тесіктерден өтеді, және бұрыштықтар 32, 33 көмегімен соңғы екі брустарға бұрандалармен бекітіледі. Брустың 12 бірінші тік қойылған ұшының соңындағы ойықтың түбі брустың 14 бүйір бетіне тіреледі, ал ондағы соосты тесіктерге және ойықтың бүйір беттеріндегі гайкамен бекітілген болт 34 салынған. Брустың 12 екінші тік қойылған ұшының соңында орналасқан тікене брустың 19 ұясына салынған, ал брустары өзі бұрыштығы 35 пен бұрандалардың көмегімен бір-біріне бекітілген.



а)



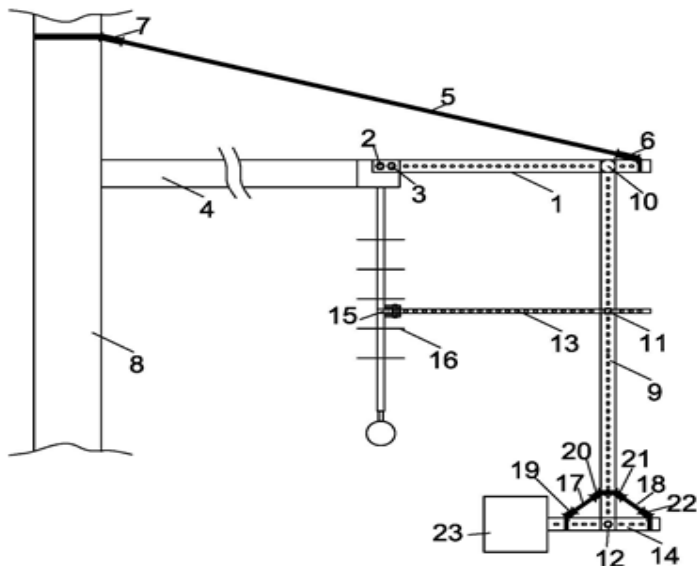
б)

Сурет 1 – Кернеуі 500 кВ электр беріліс желінің геркондармен орындалған релелік қорғаныс үшін өлшеуіш орган

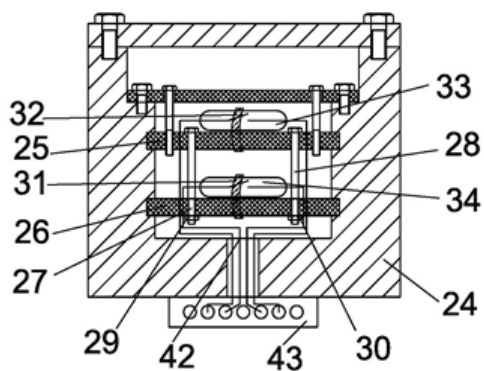
П-тәрізді пластиналар 36, 37 брустан 19 бірдей қашықтықта орналастырылған және брусқа 9 болттардың 38 көмегімен бекітілген, ондағы соосты тесіктер арқылы және әр пластинаның қысқартылған бөлігінде өтетін және гайкалармен бекітілген, ал брустарға 8, 10 – болттардың 39 көмегімен, ондағы соосты тесіктерден және пластиналардың әрқайсысының ұзартылған екі бөлігінде өтетін және гайкалармен бекітілген. Бұрандалы тартымалардың 44 пен 45 (46 мен 47) проушиндары 40 пен 41 (42 мен 43) гайкалы болттардың 48 көмегімен шығыңқы жерлерге 49 (50) және 51 (52) брустың 9 (10) тесіктерімен бекітілген, ал проушиндар 53 пен 54 (55 пен 56) – дәл сол сияқты пластиналарында 22 мен 23 тесіктерімен шығыңқы жерлерге 57 мен 58 (59 бен 60). Бұрандалы тартымалардың 63 пен 64 проушиндары 61 мен 62 гайкалы болттардың 48 көмегімен шығыңқы жерлерге 65 пен 66 брустың 9 пен 10 тесіктерімен бекітілген, ал проушиндар 67 мен 68 – дәл сол сияқты брустын 19 қысқартылған бөлігінде тесіктерімен шығыңқы

жерлерге 69 пен 70. Кабельдік арна 71 монтаждық пластиналар 72 және өздігінен бұрап тұратын бұрандалардың көмегімен брустың 14 бүйір бетіне мен қысқартылған бөлігіне, сондай-ақ траверстің 21 бүйір бетіне және электр беріліс желінің тірегінің тіреулері 28 бекітіледі. Қосқыш сымдар 73, кабельдік арнаға 71 салынған және ондағы мен корпустағы 6 соосты тесіктерден өтетін бір ұшымен герконның 1-5 түйіспелеріне, ал екінші ұшымен логикалық қорғаныс блогына, қосылған (1-суретте көрсетілмеген).

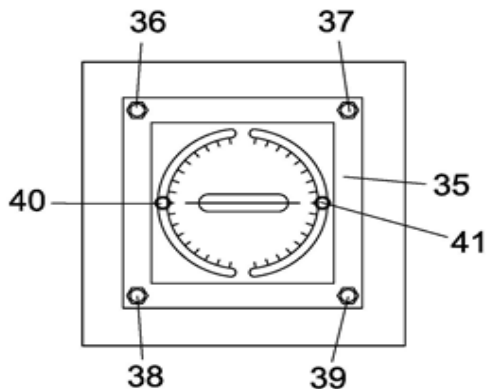
Параллель электр беріліс желілерін қысқа тұйықталудан қорғау үшін өлшеуіш орган [17] құрамында (2-4 суреттер): шкаласы мен тесіктері бар бірінші бекіткіш жолақ 1, оның бір ұшы болттармен 2 мен 3 траверске 4, ал екінші ұшы арқансым 5 және талрептер 6 мен 7 көмегімен тірегіне 8 бекітілген. Шкаласы мен тесіктері бар екінші бекіткіш жолақ 9 бірінші бекіткіш жолақпен 1 топсалы қосылыммен 10 және үшінші 13 және төртінші 14 бекіткіш жолақпен 11 және 12 болттармен бекітілген. Тесіктерімен бекіткіш жолақ 13 қамыт 15 арқылы оқшаулатқыш 16 гирляндасына бекітілген. Шкаласы мен тесіктері бар төртінші бекіткіш жолақ 14 арқансым 17 мен 18 және талрептер 19, 20 және 21, 22 арқылы бекітіледі. Қақпағы бар корпус 23 төртінші бекіту жолағына 14 бекітілген. Корпустың қабырғалары 23 шығыңқы жерлермен 24 жасалған, оларда екі ойық бар. Ойықтарға бірінші 25 және екінші 26 дискілер салынған, олар 27 мен 28 болттармен және 29 пен 30 гайкалармен тығыз бекітілген. Қамыттар 31 мен 32 арқылы дискілерде 25 пен 26 геркондар 33 пен 34 бекітілген. Үстіңгі жағында шкаласы бар мөлдір қақпақ 35 болттар 36 – 39 арқылы шығыңқы жерлерге бекітіледі. Қақпағында 35 екі тесіп өткен ойық бар, олар арқылы болттар 40, 41 өтеді. Болттардың 40 пен 41 басқа ұштары бірінші дискідегі 25 бұрандалы тесіктерден өтеді. Корпусының 23 түбінде қосылыс сымдарды 42 шығаруға арналған тесік бар, олар корпусының 23 түбіне бекітілген клемдік колодкасына 43 қосылған.



Сурет 2 – Параллель электр беріліс желілерін қысқа тұйықталудан қорғаныс үшін өлшеуіш орган



Сурет 3 – Геркондармен орындалған корпустың құралымы (бүйірлік көрініс)



Сурет 4 – Геркондармен орындалған қақпағы жоқ корпустың құралымы (жоғарыдан көрініс)

Нәтижелер мен талқылаулар.

Бірінші өлшеуіш орган келесідей жұмыс істейді. Қорғаныстың іске қосылу тогы мен герконның 1-5 іске қосылу тогы анықталады. Герконның 1-5 әрқайсысының іске қосылу тогы деп электр беріліс желінің қысқа тұйықталу кезінде фазасының сымдарында 17 өтетін ток шамасының мәні түсініледі, онда геркон түйіспелерін тұйықтап, логикалық қорғаныс блогына кіретін сигнал береді. Барлық геркондар 1-5 сымдардан 17 әр түрлі қашықтықта h орналасуына байланысты бір-бірінен ерекшеленетін іске қосылу тогы бар (бекітілген қадаммен). Әрі қарай, геркондар 1-5 іске қосылу токтарының алынған мәндерінің ішінен қорғаныс іске қосылу тогына ең жақыны таңдалады, яғни герконды таңдайды, оның іске қосылуы желіде қысқа тұйықталудың болуы туралы бағаланады. Жүктеме режимінде сымдарында 17 ағып жатқан ток, таңдалған герконды іске қосылу үшін, жеткіліксіз. Қысқа тұйықталу кезінде геркон іске қосылады (өз түйіспелердің тұйықтайды) және қосылыс сымдар 73 арқылы сигналды логикалық қорғаныс блогына жібереді, қайсысы электр беріліс желінің ажыратқыштарының ажырату тізбегіне сигнал береді.

Екінші өлшеуіш органда бірінші бекіту жолағында 1 шкала бойынша кернеудің тиісті класы үшін электр қауіпсіздігіне тең қашықтық есептеледі. Бірінші 1 және екінші бекіткіш жолақтарды топсалы қосылыммен 10 бекіттеді. Үшінші бекіткіш жолақ 13 бір ұшымен қамыт 15 арқылы оқшаулаушы 16 гирляндаға, ал екінші ұшымен болтпен 11 екінші бекіткіш жолаққа 9 бекітіледі. Бұл жағдайда екінші бекіту жолағы 9 бірінші бекіту жолағына 1 перпендикуляр орналасуы керек. Желінің фазасына жақын

нүктені анықтайды. Одан траверске 4 дейінгі қашықтықты және бірінші бекіту жолағына 1 перпендикуляр екінші бекіту жолағының 9 бекіту нүктесі арқылы өтетін түзуге дейінгі қашықтықты өлшейді. Екінші 9 және төртінші 14 бекіткіш жолақтардағы шкалалар бойынша өлшенген қашықтықтарға сәйкес келетін тесіктер белгіленеді. Белгіленген тесіктерден болтты өткізіп, екінші 9 және төртінші 14 бекіткіш жолақтарды қосады. Бірінші 1 және төртінші 14 бекіткіш жолақтар арқанымының 5, 17 мен 18 және 6, 7, 19, 20, 21 мен 22 талрептердің көмегімен бекітіледі. Геркондардың 33 пен 34 бойлық осьтері фазалық сымның осіне қатысты болатының, бұрышты анықтайды. Болттарды 40 пен 41 тұтқалар ретінде қолдана отырып, корпусының ойықтарына қатты бекітілген дискілерді 25 пен 26 бұрайды. Бұл жағдайда герконның 33 түйіспелі пластинасы қақпағындағы 35 тиісті шкаланың рискасына сәйкес келгенше бұрылады. Содан кейін дискілердің 25 пен 26 орнын болттарды 40 пен 41 дискідегі 25 тесіктерге бұрап бекітеді. Өлшеуіш орган жұмысқа дайын. Дәл осы операциялар қос тізбекті желінің қалған фазаларына жақын орналасқан өлшеуіш органдар үшін қайталанады.

Қорытынды

Геркондармен орындалған қарастырылған өлшеуіш органдар, ток трансформаторларын пайдаланбай мыс пен болатты үнемдей, электр беріліс желілерін қысқа тұйықталуынан (соның ішінде қос тізбекті) қорғаныс құруға мүмкіндік береді. Белгілі өлшеуіш органдармен салыстырғанда, практикалық құндылық, құралымның жоғары механикалық сенімділігінде болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Kletsel, M., Mashrapov, B.** Traversal protection of two parallel lines without voltage path // *Przeglad Elektrotechniczny*, 2016. – vol. 92, № 2. – P. 168–170.

2 **Kletsel, M., Mashrapov, B.** Differential protection of three and four parallel lines of idling current control // *Przeglad Elektrotechniczny*, 2017. – vol. 93, № 10. – P. 109–112.

3 **Kletsel', M. Y., Nikitin, K. I.** Analysis of the sensitivity of back-up protections for distribution networks in power systems // *Elektrichestvo*, 1992. – № 2. – P. 19–23.

4 **Bogdan, A. V., Kletsel', M. Y., Nikitin, K. I.** Adaptive back-up overcurrent protection for tapped lines with single-end fud // *Elektrichestvo*, 1991. – № 2. – P. 51–54.

5 **Kletsel' M.Y., Nikitin, K.I.** Back-up line protection that responding to the difference in magnitudes of the phase currents and their increment // *Elektrichestvo*, 1993. – № 10. – P. 23–26.

6 **Дьяков, А. Ф., Ишкин, В. Х., Мамиконянц, Л. Г., Семенов, В. А.** Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по матер. 39-й сессии СИГРЭ, Париж) // Энергетика за рубежом. – М. : ЗАО Научно-техническая фирма «Энергопрогресс», 2004. – Вып. 4–5. – 176 с.

7 **Kojović, L. A.** Non-conventional instrument transformers for improved substation design // CIGRE Session 46, 2016.

8 **He, P., Wang, L., Liu, D., Du, Y., Lu, H.** Transformer composite monitoring module with quick protection function // China Patent № 202372563-U, 2012.

9 **Weiss, R., Itzke, A., Reitenspieß, J., Hoffmann, I., Weigel, R.** A Novel Closed Loop Current Sensor Based on a Circular Array of Magnetic Field Sensors // IEEE Sensors Journal, 2019. – vol. 19, № 7. – P. 2517–2524.

10 **Kletsel, M., Kabdualiyev, N., Mashrapov, B., Neftissov, A.** Protection of busbar based on reed switches // Przegląd Elektrotechniczny, 2014. – vol. 90, № 1. – P. 88–89.

11 **Kletsel, M.Ya.** Design principles and models of reed relay base energy facility differential protections // Elektrotehnika, 1991. – № 10. – P. 47–50.

12 **Kletsel, M. Ya., Musin, V. V., Alishev, Zh. R., Manukovskij, A.V.** The properties of hermetically sealed reed relays used in relay protection // Elektrichestvo, 1993. – № 9. – P. 18–21.

13 **Kletsel, M., Mashrapova, R., Mashrapov, B.** Methods for the Construction of Protection with Magnetosensitive Elements for the Parallel Circuits with Single end Supply // Proc. of 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), 2020. – P. 1–6.

14 **Zhantlesova, A. B., Kletsel, M. Y., Maishev, P. N., Neftisov, A. V.** Characterizing a sustained short-circuit current with the use of reed relays // Russian Electrical Engineering, 2014. – vol. 85, № 4. – P. 210–216.

15 **Kletsel, M., Borodenco, V., Barukin, A., Kaltayev, A., Mashrapova, R.** Constructive features of resource-saving reed relay protection and measurement devices // Rev Roumaine des Sciences Techniques-Series Electrotechnique et Energetique, 2019. – vol. 64, № 4. – P. 309–315.

16 **Барукин, А. С., Богдан, А. В., Клецель, М. Я., Амирбек, Д. А.** Измерительный орган для релейной защиты на герконах линии электропередачи напряжением 500 кВ // Пат. 2768976 Российской Федерации МПК H02H 3/08; опубл. 28.03.2022.

17 **Машрапов, Б. Е., Машрапова, Р. М., Нигматуллин, Р. Р., Сарыбай, А. М.** Измерительный орган для защиты параллельных линий электропередачи от коротких замыканий // Пат. 35546 Республики Казахстан МПК H02H 3/08; опубл. 15.04.2022.

REFERENCES

1 **Kletsel, M., Mashrapov, B.** Traversal protection of two parallel lines without voltage path // *Przeglad Elektrotechniczny*, 2016. – vol. 92, № 2. – P. 168–170.

2 **Kletsel, M., Mashrapov, B.** Differential protection of three and four parallel lines of idling current control // *Przeglad Elektrotechniczny*, 2017. – vol. 93, № 10. – P. 109–112.

3 **Kletsel', M. Y., Nikitin, K. I.** Analysis of the sensitivity of back-up protections for distribution networks in power systems // *Elektrichestvo*, 1992. – № 2. – P. 19–23.

4 **Bogdan, A. V., Kletsel', M. Y., Nikitin, K. I.** Adaptive back-up overcurrent protection for tapped lines with single-end fud // *Elektrichestvo*, 1991. – № 2. – P. 51–54.

5 **Kletsel' M. Y., Nikitin, K. I.** Back-up line protection that responding to the difference in magnitudes of the phase currents and their increment // *Elektrichestvo*, 1993. – № 10. – P. 23–26.

6 **Diakov, A.F, Ishkin, V. Kh, Mamikoniants, L.G, Semenov V.A.** Elektroenergetika mira v nachale XXI stoletia (po mater 39-i sessii SIGRE Parizh) [Electric power industry of the world at the beginning of the XXI century (based on the materials of the 39th session of CIGRE, Paris)] // *Energy Abroad*. – M. : CJSC Scientific and technical firm «Energoprogress», 2004. – Issue 4–5. – 176 p.

7 **Kojović, L. A.** Non-conventional instrument transformers for improved substation design // *CIGRE Session 46*, 2016.

8 **He, P., Wang, L., Liu, D., Du, Y., Lu, H.** Transformer composite monitoring module with quick protection function // *China Patent № 202372563-U*, 2012.

9 **Weiss, R., Itzke, A., Reitenspieß, J., Hoffmann, I., Weigel, R.** A Novel Closed Loop Current Sensor Based on a Circular Array of Magnetic Field Sensors // *IEEE Sensors Journal*, 2019. – vol. 19, № 7. – P. 2517–2524.

10 **Kletsel, M., Kabdualiyev, N., Mashrapov, B., Neftissov, A.** Protection of busbar based on reed switches // *Przeglad Elektrotechniczny*, 2014. – vol. 90, № 1. – P. 88–89.

11 **Kletsel, M. Ya.** Design principles and models of reed relay base energy facility differential protections // *Elektrotehnika*, 1991. – № 10. – P. 47–50.

12 **Kletsel, M. Ya., Musin, V. V., Alishev, Zh. R., Manukovskij, A.V.** The properties of hermetically sealed reed relays used in relay protection // *Elektrichestvo*, 1993. – № 9. – P. 18–21.

13 **Kletsel, M., Mashrapova, R., Mashrapov, B.** Methods for the Construction of Protection with Magnetosensitive Elements for the Parallel Circuits

with Single end Supply // Proc. of 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), 2020. – P. 1–6.

14 **Zhantlesova, A. B., Kletsel, M. Y., Maishev, P. N., Neftisov, A. V.** Characterizing a sustained short-circuit current with the use of reed relays // Russian Electrical Engineering, 2014. – vol. 85, № 4. – P. 210–216.

15 **Kletsel, M., Borodenko, V., Barukin, A., Kaltayev, A., Mashrapova, R.** Constructive features of resource-saving reed relay protection and measurement devices // Rev Roumaine des Sciences Techniques-Series Electrotechnique et Energetique, 2019. – vol. 64, № 4. – P. 309–315.

16 **Barukin, A. S., Bogdan, A. V., Kletsel, M. Ya., Amirbek, D. A.** Izmeritel'nyj organ dlya relejnoj zashchity na gerkonah linii elektroperedachi napryazheniem 500 kV [Measuring body for relay protection on reed switches of a 500 kV power line] // Pat. 2768976 of the Russian Federation IPC H02H 3/08; publ. 03/28/2022.

17 **Mashrapov, B. E., Mashrapova, R. M., Nigmatullin, R. R., Sarybay, A. M.** Izmeritel'nyj organ dlya zashchity parallel'nyh linii elektroperedachi ot korotkih замыkanij [Measuring element for protecting parallel power lines from short circuits] // Pat. 35546 of the Republic of Kazakhstan IPC H02H 3/08; publ. 04/15/2022.

Басып шығаруға 18.09.23 қабылданды.

**Б. Е. Маурапов¹, А. С. Барукин², А. Ж. Динмуханбетова³,
Р. М. Маурапова⁴, Д. Ә. Әмірбек⁵*

^{1,2,3,4,5}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар
Принято к изданию 18.09.23.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ НА ГЕРКОНАХ ДЛЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Отмечается, что применение герконов в качестве измерительных органов устройств релейной защиты позволяет решить актуальную задачу их построения без использования трансформаторов тока. Установлено, что известным к настоящему моменту измерительным органам на герконах при их использовании для релейной защиты линий электропередач присущи следующие недостатки: малая чувствительность, так как провода линии могут колебаться (т.е. изменять свое положение в пространстве) под воздействием ветровых нагрузок, в то время как герконы остаются в своем первоначальном положении; под воздействием упомянутых нагрузок может сломаться сам измерительный орган, что характеризует недостаточную надежность; невозможность применения для двухцепных линий электропередачи. Предложены два новых измерительных органа

на герконах для релейной защиты линий электропередач, лишённые указанных недостатков: первый – для защиты линии напряжением 500 кВ, второй – для защиты параллельных линий. Дано подробное описание их конструкций и работы. Новизна измерительных органов заключается в использовании четырех прямоугольных брусов и двух пластин, двух Т-образных брусов и П-образных пластин, одной трапецевидной пластины, шести резьбовых тяг в первом случае, и двух крепежных планок, троса, двух талрепов, двух дисков и крышки с двумя сквозными пазами – во втором.

Ключевые слова: защита, измерительный орган, геркон, линия электропередачи, конструкция, крепление.

**B. E. Mashrapov¹, A. S. Barukin², A. Zh. Dinmukhanbetova³,
R. M. Mashrapova⁴, D. A. Amirbek⁵*

^{1,2,3,4,5}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Accepted for publication on 18.09.23

MEASURING BODIES ON REED SWITCHES FOR RELAY PROTECTION OF POWER LINES

It is noted that the use of reed switches as measuring bodies of relay protection devices makes it possible to solve the urgent problem of their construction without the use of current transformers. It has been established that the currently known measuring bodies on reed switches when used for relay protection of power lines have the following disadvantages: low sensitivity, since the line wires can oscillate (i.e. change their position in space) under the influence of wind loads, while while the reed switches remain in their original position; under the influence of the mentioned loads, the measuring body itself may break, which characterizes insufficient reliability; impossibility of application for double-circuit power lines. Two new measuring bodies on reed switches are proposed for relay protection of power lines, devoid of these disadvantages: the first - for protecting a 500 kV line, the second - for protecting parallel lines. A detailed description of their designs and operation is given. The novelty of the measuring bodies lies in the use of four rectangular bars and two plates, two T-shaped bars and U-shaped plates, one trapezoidal plate, six threaded rods in the first case, and two fastening bars, a cable, two turnbuckles, two disks and a cover with two through grooves - in the second.

Keywords: protection, measuring body, reed switch, power line, design, fastening.

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

www.vestnik-energy.tou.edu.kz