

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2024)

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/FYZZ1289>

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 алкасы – 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>
Омарова А. Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

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

<https://doi.org/10.48081/VPLM4211>

***А. А. Кисманова¹, Қ. Төребек², А. У. Аджанов³,
К. М. Шакишеева⁴**

^{1,2,3,4}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6150-0517>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3198-9806>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3662-1833>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5515-963X>

*e-mail: karligash-sh@mail.ru

АЙҚАСПАЛЫ ТЕРМОПЛАСТИКАЛЫҚ КАБЕЛЬ ЖҰМЫС ҰСТІНДЕ ОҚШАУЛАУ КҮЙІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ АПАТТАРДЫҢ АЛДЫН АЛУ

Айқаспалы термопластикалық кабель (XLPEcables) – электрмен жабдықтау жүйесінің тұрақтылығы үшін өте маңызды. Электрмен жабдықтау жүйесіндегі апаттары орын алған кезде ол оның құзыретіндегі аймақта электр қуатының үлкен сөндірілуіне, жүйесінің істен шығуына әкеледі. Жасырын ақауларды тез жою және жүйенің қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету үлкен маңызға ие. Сондықтан электрмен жабдықтау желісінде кабелдің жұмысының қауіпсіздігі мен сенімділігі жеткілікті назар аударып, апаттарды болдырмау және жұмыс жағдайын бақылау үшін қажетті және тиісті шараларды қабылдау қажет.

Кабелді қуат көзінен ажыратылғандағы оқшаулау өнімділігін тексерудің дәстүрлі әдістері электр қуатының нақты қажеттіліктерін қанағаттандыра алмайды. Бұл мақалада айқаспалы термопластикалық кабель оқшаулағышын керісінше жұмыс үстінде анықтау әдістері келтіріліп, оның артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау жүргізілді және даму бағыты талқыланды. Айқаспалы термопластикалық кабельдердің (XLPEcables) жақсы оқшаулау өнімділігі орташа және төмен кернеу өрістерінде ескі оқшауланған кабельдерді алмастырып, жоғары кернеу деңгейлерінде де кеңінен қолданылуда. Дәстүрлі профилактикалық сынақтардың электр қуатын өшірумен жүргізілуі, қазіргі таңда онлайн бақылау

технологияларын зерттеуді қажет етеді. Бұл кабельдердің сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін техникалық қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарын уақытында жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: айқаспалы термопластикалық кабель; оқшаулағыш; электр қауіпсіздігі, кабельдер мен желілер

Кіріспе

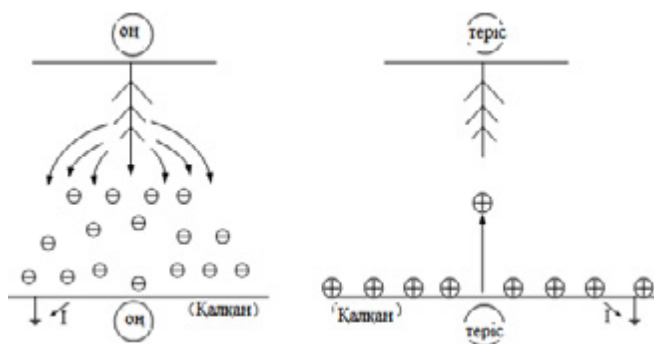
Айқаспалы термопластикалық кабельдері, электрмен жабдықтау қуатының жоғарылауынан, электрмен жабдықтаудың сенімділігіне, қауіпсіздігі мен электр желісінің қолайлы орналасуына орай кеңінен қолданылуда. Алайда, пайдалану кезінде кабельдер электрлік, жылулық, механикалық, химиялық және басқа факторлардың әсерінен көнереді, нәтижесінде бірқатар ақауларды тудырады. Кабельді оқшаулағышпен оқшаулаудың дәстүрлі әдісі профилактикалық сынау, бұл әдіс оффлайн режимде сынау болып табылады. Схеманы оқшаулағыш жағдайын тексеруді аяқтау, күрделі жөндеу және техникалық қызмет көрсету үшін, желіні үнемі өшіріп отыру керек, бірақ электрмен жабдықтаудың үзілуіне байланысты, бұл әдіс көптеген қуат көздерін тудырады.

Бұл мақалада айқаспалы термопластикалық кабель кабельдің оқшаулағышпен оқшаулауды елімізде және шетелде қолданыстағы онлайн режимімен таныстыру, оның артықшылықтары мен кемшіліктерін, сондай-ақ практикалық қолданудағы мәселелерді талдауға мүмкіндік береді, соңында айқаспалы термопластикалық кабельді оқшаулағышпен оқшаулауды онлайн режимінде анықтаудың даму тенденциясы талқыланады.

Материалдар мен әдістері

Айқаспалы термопластикалық кабельнің оқшаулағышын онлайн режимінде анықтау әдістері

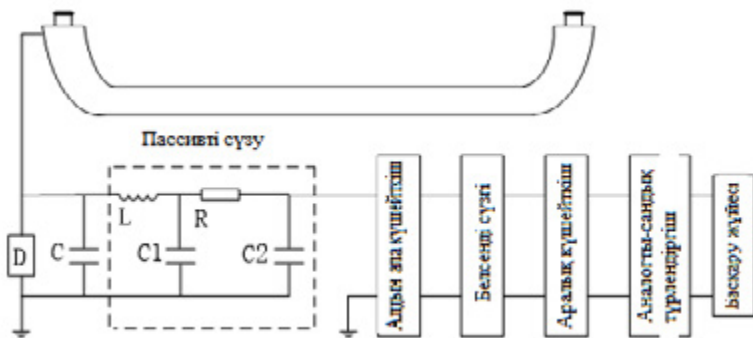
Тұрақты ток компоненті әдісі



Сурет 1– Электрлік дендрит тармақтарының ректификациялау әсерінің принциптік сызбасы

Тұрақты ток компоненті әдісі айқаспалы термопластикалық кабельнің ескіруінен туындаған электрлік дендрит тармақтарын «ректификация» нәтижесінде пайда болған тұрақты DC компонентін анықтау арқылы кабель оқшаулағышын бақылау жүзеге асырылады. Электрлік дендрит тармақтарының ректификация әсері 1-суретте көрсетілген, қолданылатын кернеудің теріс жарты циклінде оқшаулағышқа нашар кабельдегі электрлік дендрит тармақтары ағып кетеді және оқшаулағышқа теріс зарядтың көп мөлшерін енгізеді, алайда, берілген кернеу жарты цикл үшін оң болған кезде, енгізілген оң заряд бұрын енгізілген теріс зарядтан аз болады, сыртқы өндірістік жиілік (50Hz) айнымалы тогының ұзақ уақыт қайталанатын әрекеті электрлік дендрит тармақтарының ұшында жинақталған теріс зарядты едәуір арттырады. Тармақталған және біртіндеп қорғайтын қабатқа ауысады, тек «ректификация» сияқты тұрақты ток компоненті пайда болады [1,1513-1520-66.]

Сондықтан, кабельдің өзегі мен қорғаныс қабаты арасындағы шағын тұрақты компонентті (жалпы nA деңгейі) өлшеу арқылы айқаспалы термопластикалық кабельнің оқшаулағыш күйін бақылауға болады. Анықтау схемасы 1-суретте көрсетілген.



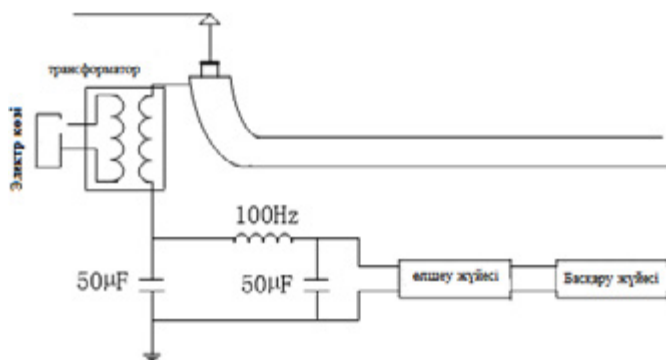
Сурет 2 – DC тұрақты компонент әдісі

Тұрақты ток компоненті әдісі тек қосымша құрылғыларсыз, анықтау үшін кабельді қабықты жерге қосу сымын қолданғандықтан қауіпсіз және ыңғайлы, бірақ оның кемшілігі- ақаулық сипаттамасын табу өте аз, анықтау қиын. Сонымен қатар, кабельді қорғайтын қабат пен жер арасындағы аз кішкене адасқан ағын (қаңғыбас) ток өлшеу нәтижелеріне үлкен қателіктер тудырады, оның үстіне анықталған токтан, тұрақты ток компоненті мен ағынды токтан ажырату қиынға соғады. Қабықтың оқшаулау кедергісі және кабель басының бетінің ағып кетуіне төзімділігі төмен болғанда және кабельді қорғайтын жердің химиялық электрлік потенциал үлкен болған кезде, анықтау циклінде үлкен интерференциялық ток болады, ол анықтау тогын әлсіретеді, өлшеу нәтижесінің қателігі үлкенірек болады. [2, 1-57-66.]

Адасқан ағын (қаңғыбас) токтың әсерін болдырмау үшін аппараттық құралдарда ағын тогының жолын бөгеу үшін тізбекті конденсаторды қолдануға болады; бағдарламалық жасақтамада оны электрлік дендрит ағымынан бөлу үшін жылдам Фурье түрлендіруін қолдануға болады; статистикалық талдау сияқты басқа өндеу әдісі қолданылады. Тұрақты ток компоненті әдісімен өлшенген оқшаулағыш сапасының төмендеуі негізінен оқшаулағыштың ішінара нашарлауынан болады, ал жөндеуден кейін оқшаулағыш кедергісін қалпына келтіруге болады. [3, 25-38-66.] Оны оқшаулағышқа мониторинг жүргізу үшін қолдану онша маңызды емес. Ол әдетте айқаспалы термопластикалық кабельдеріндегі электрлік дендрит тармақтарының дамуын зерттеуге қолданылады.

Тұрақты ток жинақтау (суперпозициялық) әдісі

кабель оқшаулағышының ескіру жағдайын анықтау. Анықтау негізі - ескірген кабельдің экрандалған сымына орналастырылған айнымалы кернеудің жиілігі 100Hz-ке жеткенде, ескірген кабельдің сипаттамалық тогы салыстырмалы түрде үлкен болады, бірақ оқшаулағышы жақсы кабель үшін сипаттамалық ток пайда болмайды, әсіресе қабаттасқан кернеудің жиілігі 101,4 Hz-ке жеткенде, оқшаулағышдың ескіргендігін көрсететін сипаттамалық ток максималды мәнге ие болады. Айнымалы токтың суперпозиция [4, 1-57-66]. әдісінің сымдар тізбегі 4-суретте көрсетілген.



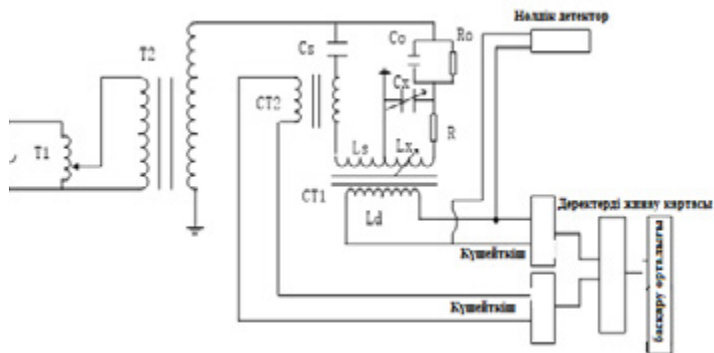
Сурет 4 – Айнымалы токтың жинақтау (суперпозиция) әдісі

Кабельді оқшаулағыштың басқа онлайн бақылау әдістерімен салыстырғанда айнымалы кернеудің жинақтау әдісі кернеуді кабельдің жерге қосу сызығынан оңай түсіре алады, Тек 5V айнымалы кернеуді қосу арқылы, айқын сипаттамалық ток пайда болады, өлшеу қарапайым және ыңғайлы; Кабельдің соңғы бөлімнің дефаксация мен Бронды оқшаулағыш кедергісі аз әсер етеді. Сонымен бірге, анықтау дәлдігі жоғары және кедергіге қарсы қабілеті күшті, бұл кабельді оқшаулауды бақылаудың жақсы әдісі. Алайда бұл әдіс отандық зерттеулерде жаңадан басталған және онша жетілмеген, нақты жұмыс деректері жоқ, сондықтан оқшаулаудың деградациясы туралы нақты шешім жоқ. Жапонияда бұл әдісті зерттеу алдын-ала нәтижеге қол жеткізді.

Гармоникалық компонент әдісі

Ескірген айқаспалы термопластикалық кабель синусоидалы кернеудің әсерінен ысырап тоғында гармоникалық [5, 272-278-66.] компоненттер пайда болады. Бұл кабель оқшаулағышының ескіруінен пайда болған сызықтық емес вольт-амперлік сипаттамасынан электрлік дендрит туындайды. Зерттеулер көрсетеді, кабельді оқшаулағыштың нашарлауымен жоғалту тоғындағы гармоникалық компоненттер үлкейеді, бірақ гармоникалық компоненттер бұзылмаған кабельде анықталмайды, сондықтан кабельді

оқшаулаудың онлайн-бақылауын кабельді жоғалту тоғындағы гармоникалық компоненттерді анықтау арқылы жүзеге асыруға болады, анықтау принципі 5-суретте көрсетілген.



Сурет 5– Гармоникалық компонент әдісі

Сыртқы кернеу айқаспалы термопластикалық кабельне түскенде, жоғарыдағы суреттегі C_x пен L_x реттеп, электр көпінді теңдестірілген күйге жеткізіледі. Бұл кезде гальванометрдің мәні нөлге тең, сондықтан өлшенген шығын коэффициенті 1-ші теңдеуде көрсетілген:

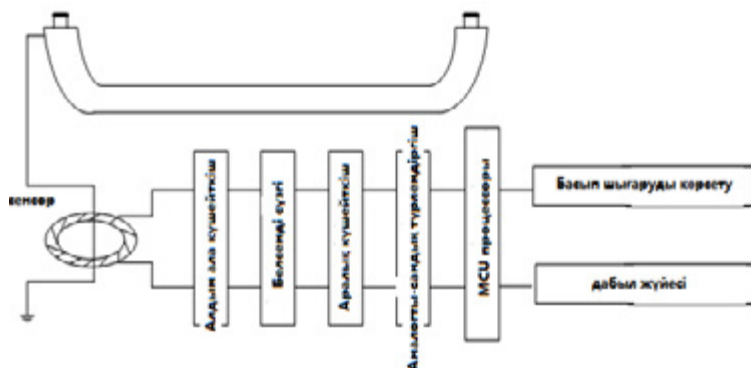
$$\tan \delta = \omega R C_x \quad (1)$$

Осы уақытта CT2 ток компараторының мәні электр желісіндегі гармоникалық компоненттерді көрсетеді; Содан кейін C_x мәнді нөлге келтіреміз, бастапқыда C_x арқылы өтетін ток I_x енді L_x үстінен ағады, ал L_d -де теңгерімсіз ток пайда болады, бұл теңгерімсіз ток шығын ток ағыны, CT1 ток трансформаторымен шығарып алынады, алайда, бұл шығын тогының гармоникалық құрамына кабель оқшаулағышының ескіруінен туындаған гармоникалық компонент және электр желісіндегі электрмен жабдықтаудың гармоникалық компоненттері кіреді, ол айқаспалы термопластикалық кабель оқшаулағышының ескіру дәрежесін тікелей және дәл көрсете алмайды.

Практикалық қолдануда кабельдің оқшаулағышының ескіруінен туындайтын гармоникалық компоненттер көбінесе өзіндік сигналдық кедергілерден асып түсетін кабельдің өзі гармоникалық кедергілерге ұшырағандықтан, анықтау нәтижесінің қателігі үлкен болады, бұл инженерлік қолдануды шектейді. Сонымен қатар, жүргізіліген зерттеулер, бұл электрлік дендрит сызықтық емес сипаттамаларына байланысты тақ гармониктер

шығын тоғын анықтауға үлкен қателіктер әкелетіндігін көрсетеді, анықтау кезінде модуляция арқылы тек жұп гармониканы ғана өлшеген дұрыс.

Жер сымды ток ағыны әдісі



Сурет 6 – Жер сымды ток ағыны әдісі

Қалыпты жағдайда айқаспалы термопластикалық кабель өткізгіші [6, 36–47–66] мен металл қорғайтын қабаты арасындағы оқшаулағыш қабат резисторлар (R) мен конденсаторлардан (C) тұратын тізбек желісіне тең болуы мүмкін. Әдетте, осы желі кедергісі кем дегенде ондаған мегаомды немесе одан да көп құрайды.

Айқаспалы термопластикалық кабельдің сыртқы жиілігі (f) айнымалы кернеу $U = U_0 \sin \omega t$ болған кезде, жерге қосылған сым тоғы (i) кернеуді (U), эквивалентті қарсылықтың (R) және эквивалентті сыйымдылықтың (C) келесі қатынасымен байланысты (2-ші теңдеу):

$$i = U / \left(R + \frac{1}{2\pi f C} \right)$$

Демек, айқаспалы термопластикалық кабельдің негізгі оқшаулағышында қалыпты жұмыс процесінде аз сыйымдылық тоғы болады. Зерттеулер көрсеткендей, айқаспалы термопластикалық кабельдің оқшаулағышы электрлік дендрит тармақтарының дамуына байланысты нашарлаған кезде, ол көбінесе үлестірілген сыйымдылықтың біркелкі өсуі болады, сондықтан, кабельге сыртқы кернеудің амплитудасы мен жиілігі өзгеріссіз қалған жағдайда, 2-ші теңдеуден жердегі сым тоғы осы уақытта үлкен

болатынын көруге болады, басқа сөзбен айтқанда, жердегі сымның (і) өсуі (ΔI_g) де артады, ескірудің жеделдетілген сынағы жер сым тогының (і) артуы (ΔI_g) айқынырақ екенін және оның айнымалы кернеудің кернеуімен жақсы байланысы бар екенін дәлелдейді. [7,19-24-бб.]

Демек, айқаспалы термопластикалық кабельнің жұмыс күйін онлайн бақылауға бірфазалы электр кабельнің жерлендіру сыйымдылығын немесе үш фазалы электр кабельнің жерге қосылыстың теңгерімсіз тогын онлайн бақылау және тиісті бөгеуіл сигналдарын тиімді жою арқылы қол жеткізуге болады. Нақты анықтау принциптерінің блок-схемасы 6-суретте көрсетілген.

Бірақ жер сымының ток әдісі [8, 4-6-бб] бір фазалы айқаспалы термопластикалық кабельдерін анықтауға жақсы әсер етеді, өйткені жер сымының тогы (і) үлестірілген сыйымдылықтың өзгеруіне өте сезімтал. Үш фазалы айқаспалы термопластикалық кабельдері [9, 287-291-бб.] үшін үш фазалы оқшаулағышы біркелкі түспейді, де үш фазалы жерге тұйықталу тогының оқшаулағыш ақауларына әсер етпеуі мүмкін.

Нәтижелер және талқылау

Кабель оқшаулағышын Онлайн-тестілеудің дамуына әсер ететін факторлар

Айқаспалы термопластикалық кабель оқшаулағышты онлайн режимінде анықтау технологиясы айтарлықтай дамығанымен, кең ауқымды нақ майдан анықтау кезінде сирек қолданылады, негізгі себептері:

1 Көптеген әдістермен талап етілетін сигнал әлсіз, анықтау жабдықтарының шектеулігі мен нақты жердегі әртүрлі кедергілерге байланысты сипаттамалық сигналдарды дәл шығару қиынға соғады, белгілі бір жағдайларда ғана онлайн режимінде анықтауға болады.

2 Нақты жерде тексеру деректері жетіспейді. Қазіргі уақытта кабельді оқшаулағышты желілік сынау әдістерінің көпшілігінде кабельдің ескіруіне қол жеткізу үшін зертханалық модельдеу қолданылады, бұл нақты жердегіден, әсіресе нақты пайдалану ортасынан және бөгеу көзінен өзгеше.

3 Кабельдің ескіру өлшемдерін тұжырымдау қиын. Онлайн-тестың көптеген әдістері сенімді критерийлерге ие емес, ал деректерді жинау белгілі бір уақытты алады, сондықтан анықталған кабельдің оқшаулағыш оқшаулау күйін дәл анықтау қиын. [10, 287-291-бб]

Қорытынды

Адамдардың электр энергиясына тәуелділігі артқан сайын кабелдік желілердегі апаттардың қоғамға әсері арта түседі, сондықтан кабелдік желілердің қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету ерекше маңызды. Айқаспалы термопластикалық кабельнің жақсы оқшаулау өнімділігіне байланысты, ол орташа және төмен кернеу өрістерінде қарамайға сіңдірілген қағаз ескі оқшауланған кабельдерді ауыстырды және өте жоғары кернеу

деңгейлерінде қолданылды. Бұрын біздің елде кеңінен қолданылатын кабельдік окшаулаудың профилактикалық сынақтарды жүргізу үшін белгілі бір уақытқа электр қуатының өшіру керек болса, бұл желіден тыс анықтау әдісі. Сондықтан, көлденең байланысқан полиэтилен кабельдерді онлайн бақылау технологиясын зерделеу кабельдердің сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етіп, өте маңызды болып табылатын уақтылы техникалық қызмет көрсетуді, кабельдерді жөндеуді және ауыстыруды жүзеге асыра алады. Сондықтан, айқаспалы термопластикалық (полиэтилен) кабельдерін жұмыс үстінде окшаулау күйін бақылау технологиясын зерделеу, кабельдердің сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

Қазіргі уақытта айқаспалы термопластикалық кабельдің жұмыс үстінде окшаулау күйін бақылау технологиялары көп болғанымен, әртүрлі шектеулерге байланысты әртүрлі сипаттамалары мен қолдану аясына ие, әсіресе анықтау әдістерінің көпшілігі қоршаған ортаға кедергісіне ұшырайды, сондықтан пайдалы сигналдарды анықталған сигналдардан бөлуді қалай жақсартуға болады, бұл өлшеу дәлдігін арттыру - шешуді қажет ететін бірінші мәселе, екіншіден, бірыңғай әдістің белгілі шектеулері болады. Онлайн режимде тестілеудің бірнеше окшаулау әдістеріне негізделген кешенді бағалау критерийін қалай құруға болады - бұл болашақ даму бағыты.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Yamaguchi, S., Soda, S., Takada, N. Development of a New Type Insulation Diagnostic Method for Hot-Line XLPE Cables, 7th Edition [Text].—The United States : IEEE Power Engineering Review, : IEEE, — 1989. —V.9 —35–36 p

2 Khersonsky, Y., Islam, M., Peterson, K. [Challenges of connecting shipboard marine systems to medium voltage shoreside electrical power](#), [Record of Conference Papers Industry Applications Society 52nd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference](#), [Text].—The United States : IEEE Power Engineering Review, : IEEE — 2005. — № 43(3):838–844 p

3 Hozumi, N., Okamoto, T., Imajo, T. [Space charge distribution measurement in a long size XLPE cable using the pulsed electroacoustic method](#), [Conference Record of the 1992 IEEE International Symposium on Electrical Insulation](#), [Text].—The United States: IEEE Power Engineering Review, Publisher : IEEE — 1992.— 25–38 p

4 Даффа, У. Б.М. Метод и схема Даффа У.Б.М. использования поляризованного устройства на переменном токе [Текст]. ФИПС— 2005. — №. 2249285. —С—1–57

5 Головкин, В. П., Зверева, Т. И., Чернова, Т. А. Метод создания пространственно-временной модели главного магнитного поля путем

объединения методов сферического гармонического анализа и естественных ортогональных составляющих [Текст]. // Геомагнетизм и аэронавигация. – 2007. – Т. 47. – № 2. – С. 272–278.

6 Лебедченко, О.С., Пузач, С.В., Зыков, В. И. Эффективность применения вспучивающихся огнезащитных покрытий силовых кабелей каналов систем безопасности атомных станций в условиях пожара [Текст]: // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2021. Т. 30. № 4. С. 36–47

7 Чекалин, В.Г., Тошбоев, Ю.Д. Новые методы оценки количества и качества электроэнергии в трехфазных цепях [Текст]. // Политехнический вестник : Инженерные исследования. – 2016. – № 1. С. 19–24.

8 Панкратов, И. А. Численная аппроксимация линий тока методом Галёркина // Juvenis scientia. 2016. – №. 2. С.4–6

9 Nakamura, S., Morooka, S., Kawasaki, K. [Conductor temperature monitoring system in underground power transmission XLPE cable joints. IEEE Transactions on Power Delivery](#) [Text]. –The United States: IEEE Power Engineering Review, Publisher: IEEE, 1989.V.7(4) : 1688–1697 p.

10 Nugamani, H.N., Channakeshava, R.N. [Investigations on the failure modes of XLPE cables and joints. IEEE Transactions on Power Delivery](#) [Text]. –The United States : IEEE Power Engineering Review, Publisher: IEEE, 1998. V : 13.(2), P. 287–291.

REFERENCES

1 _Yamaguchi, S., Soda, S.,Takada, N. Development of a New Type Insulation Diagnostic Method for Hot-Line XLPE Cables, 7th Edition [Text]. // IEEE Power Engineering Review, 1989. – Volume 9, P. 35 – 36

2 Khersonsky, Y., Islam, M., Peterson, K. [Challenges of connecting shipboard marine systems to medium voltage shoreside electrical power, Record of Conference Papers Industry Applications Society 52nd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference](#), [Text] // IEEE Power Engineering Review, 2005. – №43 (3).– P. 838 – 844

3 Hozumi, N., Okamoto, T., Imajo T. [Space charge distribution measurement in a long size XLPE cable using the pulsed electroacoustic method, Conference Record of the 1992 IEEE International Symposium on Electrical Insulation](#), [Text] // IEEE Power Engineering Review, 1992. – P. 25 – 38.

4 Daffa, U.B.M. **Metod i skhema Daffa U.B.M.** ispol'zovaniya polarizovannogo ustroystva na peremennom toke [Method and scheme of Duff W.B.M. using a polarized alternating current device] [Text].FIPS, 2005. – №. 2249285. – P.1–57.

5 **Golovkov, V. P., Zvereva, T. I., Chernova, T. A.** Metod sozdaniya prostranstvenno-vremennoy modeli glavnogo magnitnogo polya putem ob'yedineniya metodov sfericheskogo garmonicheskogo analiza i yestestvennykh ortogonal'nykh sostavlyayushchikh [A method for creating a space-time model of the main magnetic field by combining methods of spherical harmonic analysis and natural orthogonal components] [Text] // Geomagnetizm i aeronomiya, 2007. – T. 47. – № 2. – P. 272–278.

6 **Lebedchenko, O. S., Puzach, S. V., Zykov, V. I.** Effektivnost' primeneniya vspuchivayushchikhsya ognezashchitnykh pokrytiy silovykh kabeley kanalov sistem bezopasnosti atomnykh stantsiy v usloviyakh pozhara [The effectiveness of the use of bulging flame retardant coatings of power cables of channels of safety systems of nuclear power plants in fire conditions] [Text]. Pozharovzryvbezopasnost'/Fire and Explosion Safety, 2021. – T. 30. – № 4. – P. 36–47.

7 **Chekalin, V. G., Toshboyev YU. D.** Novyye metody otsenki kolichestva i kachestva elektroenergii v trekhfaznykh tsepyakh [New methods for estimating the quantity and quality of electricity in three-phase circuits] [Text] // Politekhnicheskii vestnik : Inzhenernyye issledovaniya, 2016. – №1 – P. 19 – 24.

8 **Pankratov, I. A. Chislennaya**, approksimatsiya liniy toka metodom Galorkina [Numerical approximation of streamlines by the Galerkin method] [Text]. Juvenis scientia, 2016. – № 2. P. 4 – 6.

9 **Nakamura, S., Morooka, S., Kawasaki, K.** [Conductor temperature monitoring system in underground power transmission XLPE cable joints](#). [IEEE Transactions on Power Delivery](#) [Text] // IEEE Power Engineering Review. Publisher : IEEE, 1989. V : 7 (4). P.1688–1697.

10 **Nugamani, H.N., Channakeshava, R.N.** [Investigations on the failure modes of XLPE cables and joints](#). [IEEE Transactions on Power Delivery](#) [Text] // IEEE Power Engineering Review, Publisher: IEEE.–1998. V : 13.(2), P. 287–291

30.09.24 ж. баспаға түсті.

29.11.24 ж. түзетулерімен түсті.

04.12.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

*А. А. Кисманова¹, Қ.Төребек², А. У. Аджанов³, К. М. Шакишева⁴

^{1,2,3,4}Казахский агротехнический исследовательский университет имени

С. Сейфуллина Республика Казахстан, г. Астана

Поступило в редакцию 30.09.24

Поступило с исправлениями 29.11.24

Принято в печать 04.12.24

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ НА РАБОЧЕЙ ОПОРЕ ПЕРЕКРЕСТНОГО ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ

Скращенный термопластичный кабель (XLPE cables)-очень важен для стабильности системы электроснабжения. При возникновении аварий в системе электроснабжения она приводит к большему отключению электроэнергии, отказу системы в зоне ее компетенции. Большое значение имеет быстрое устранение скрытых неисправностей и обеспечение безопасной работы системы. Поэтому необходимо уделять достаточное внимание безопасности и надежности работы кабеля в сети электроснабжения, принимать необходимые и соответствующие меры для предотвращения аварий и контроля за состоянием работы.

Традиционные методы проверки производительности изоляции при отключении кабеля от источника питания не удовлетворяют фактическим потребностям в электрической мощности. В данной статье приведены методы определения изоляции перекрестного термопластикового кабеля в обратном положении, проведен анализ его преимуществ и недостатков и обсуждены направления развития. Хорошая производительность изоляции перекрестных термопластичных кабелей (XLPEcables) широко применяется в полях среднего и низкого напряжения, заменяя старые изолированные кабели, а также на уровнях высокого напряжения. Проведение традиционных профилактических испытаний с отключением электроэнергии в настоящее время требует изучения технологий онлайн-контроля. Это позволяет своевременно осуществлять техническое обслуживание и ремонт для обеспечения надежной работы кабелей.

Ключевые слова: скращенный термопластичный кабель; изолятор; электробезопасность, кабели и сети

*A. A. Kismanova¹, K. Torebek², A. U. Ajanov³, K. M. Shakisheva⁴

^{1,2,3,4}Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,

Republic of Kazakhstan, Astana

Received 30.09.24

Received in revised form 29.11.24

Accepted for publication 04.12.24

MONITORING OF INSULATION CONDITION AND PREVENTION OF ACCIDENTS ON THE CROSS-OVER THERMOPLASTIC CABLE SUPPORT

Crossed thermoplastic cable (XLPE cables) – very important for the stability of the power supply system. In the event of accidents in the power supply system, it leads to a greater power outage, failure of the system in its area of competence. Quick repair of hidden faults and ensuring safe operation of the system is of great importance. Therefore, it is necessary to pay sufficient attention to the safety and reliability of the cable in the power supply network, to take the necessary and appropriate measures to prevent accidents and monitor the state of operation. Traditional methods of testing insulation performance when the cable is disconnected from the power supply do not meet actual electrical power requirements. This article presents methods for determining the insulation of a cross-over thermoplastic cable in the reverse position, analyzed its advantages and disadvantages, and discussed the directions of development. Good insulation performance of cross-over thermoplastic cables (XLPE cables) is widely used in medium and low voltage fields, replacing old insulated cables, as well as at high voltage levels. Conducting traditional preventive testing with blackouts currently requires exploring online control technologies. This allows timely maintenance and repair to ensure reliable cable operation.

Keywords: crossed thermoplastic cable; insulator; electrical safety, cables and networks

Теруге 04.12.2024 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

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

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4317

Сдано в набор 04.12.2024 г. Подписано в печать 30.12.2024 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

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

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4317

«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