

Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию Независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.2 - Б.271-274

## **XLPE КАБЕЛЬДЕРІНІҢ ОҚШАУЛАҒЫШЫН ОНЛАЙН- ТЕКСЕРУДІҢ ҚЫСҚАША МАЗМҰНЫ**

*Төребек Қ., 1 курс магистранты  
Назымбеков Б., 4 курс студенті  
Өсербаев М.Т., т.ғ.к*

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-  
Сұлтан қ.*

XLPE кабельдерін кеңінен қолданған кезде, оффлайн режимінде анықтау электр қуатының нақты қажеттіліктерін қанағаттандыра алмайды. Бұл мақалада XLPE кабель оқшаулағышын онлайн режимінде анықтау әдістері келтіріліп, оның артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау жүргізілді және даму бағыты талқыланды.

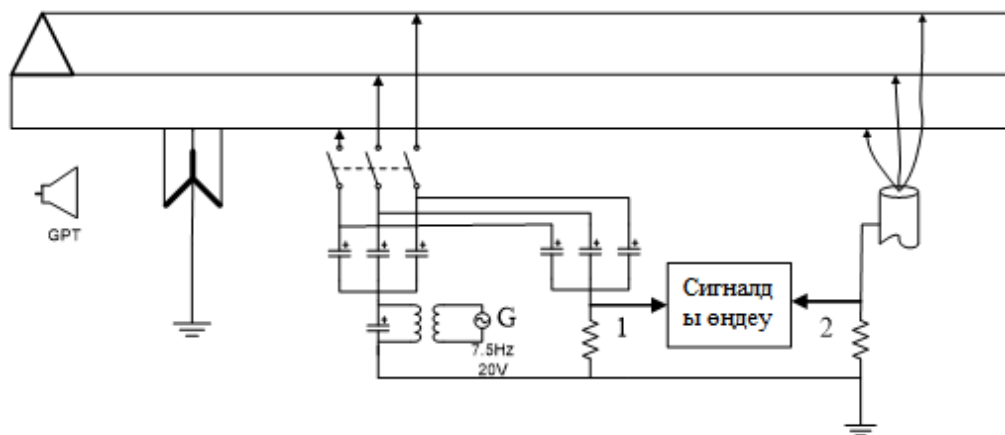
XLPE кабельдері, электрмен жабдықтау қуатының жоғарылауынан, электрмен жабдықтаудың сенімділігіне, қауіпсіздігі мен электр желісінің қолайлы орналасуына орай кеңінен қолданылуда. Алайда, пайдалану кезінде кабельдер электрлік, жылулық, механикалық, химиялық және басқа факторлардың әсерінен ескіреді, нәтижесінде бірқатар ақауларды тудырады, тиісті мекемелердің статистикалық мәліметтері бойынша жоғары вольтты электр жүйесінде апаттардың 80%-дан астам апатты дәстүрлі оқшаулағыш апаттары болып табылады. Дәстүрлі кабель оқшаулауын сынау әдісі профилактикалық сынау, желінің оқшаулау жағдайын сынау, күрделі жөндеу және техникалық қызмет көрсетуді аяқтау үшін, желіні үнемі өшіріп отыру керек, бұл әдіс оффлайн режимде сынау болып табылады. Сондықтан, бұл әдіс мүмкін жақсы оқшаулағышпен оқшауланған кабельді қайта-қайта электр қуатын өшіру сынағынан туындаған «ректификациялық эффект», «кумулятивтік эффект» және т. б. кабель оқшаулағышының ескіруін тездетеді, сонымен қатар, профилактикалық сынақтың сынақ кернеуі төмен, ал сынақ нәтижелерінің дәлдігі әлі күнге дейін даулы болып табылады, сондықтан ол электр энергиясын жеткізуге бейімделе алмайды, XLPE кабельдерін оқшаулағышпен оқшаулаудың онлайн режимде анықтау және электрмен жабдықтау қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін кабельдің жұмыс жағдайын нақты уақыт режимінде бақылау дамудың сөзсіз үрдісі болып табылады [1-3].

Бұл мақалада XLPE кабелін оқшаулағышпен оқшаулауды елімізде және шетелде қолданыстағы онлайн режимінен бірнеше типтік әдістердіғана

талдап таныстыру, оның артықшылықтары мен кемшіліктерін, сондай-ақ практикалық қолданудағы мәселелерді талдауға мүмкіндік береді, соңында XLPE кабельді оқшаулағышпен оқшаулауды онлайн режимінде анықтаудың даму тенденциясы талқыланады.

**XLPE кабельінің оқшаулағышын онлайн режимінде анықтау әдістері. Төмен жиілікті жинақтау (суперпозиция) әдісі.** Төмен жиілікті жинақтау әдісі кабельдің өзегі мен метал қабығы арасындағы 7,5Hz, 20V төмен жиілікті кернеуді орналастыру және кабельдің оқшаулағышы арқылы өтетін төмен жиілікті тоқты анықтау арқылы кабельдің оқшаулағышының кедергісін есептеу, кабель оқшаулағышының нашарлауын бақылауға қол жеткізу. Анықтау әдісі 1-суретте көрсетілген.

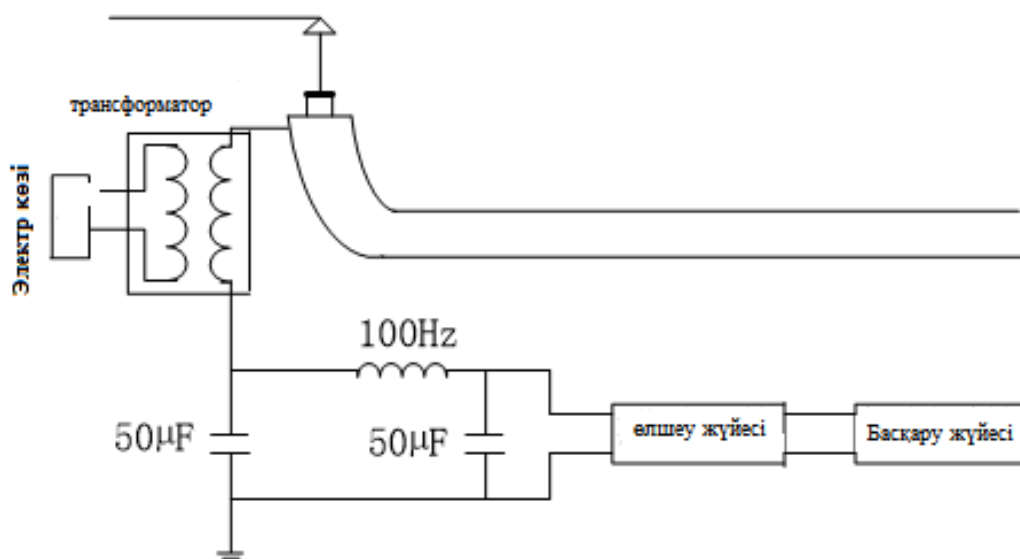
Бұл әдіс тұрақты ток компоненті әдісімен анықтау кезінде тұрақты ток әдісінің қиыншылығын болдырмауға мүмкіндік береді, өйткені ол өткізгіш электрлік дендрит және өткізбейтін электрлік дендрит әсерінен оқшаулағыштың деградациясын анықтай алады, Ол әсіресе кернеуі 22 kV жоғары және оқшаулағыш кедергісі 10 kΩ-нан жоғары кабельдерді оқшаулағыш диагностикасы үшін өте қолайлы. Алайда, бұл әдіс үшін арнайы 7,5 Hz қуат көзі қажет. Сонымен қатар, кабель басы нашар жанасқан кезде, ол ток жоғалтуды күшейтеді, нәтижесінде кабельді оқшаулау бұзылмаған кезде, «Нашар оқшаулағыш» туралы қате пікір шығарады.



1-сурет. Төмен жиілікті жинақтау әдісі

**Айнымалы тоқты жинақтау (суперпозициялау) әдісі.** Айнымалы токтың жинақтау әдісі - кабель қалқан сымы желісіне өндірістік жиілікті 2 еселеп оған 1 Hz қосып ( $2 * 50\text{Hz} + 1\text{Hz}$ ) жиіліктегі айнымалы кернеуді қосу және 1 Hz әлсіз (деградация) сигналын анықтау арқылы, кабель оқшаулағышының ескіру жағдайын анықтау. Анықтау негізі - ескірген кабельдің ескірген сымының қалқан 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 әдісінің сымдар тізбегі 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. Айнымалы токтың жинақтау (суперпозиция) әдісі

Кабельді оқшаулағыштың басқа онлайн бақылау әдістерімен салыстырғанда айнымалы кернеудің жинақтау әдісі кернеуді кабельдің жерге қосу сызығынан оңай жинақтай алады, Тек 5V айнымалы кернеуді қосу арқылы, айқын сипаттамалық ток пайда болады, өлшеу қарапайым және ыңғайлы; кабельдің. 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.

**Ішінара ток жіберу әдісі.** Кабельді оқшаулаудың ішкі жағы нашарлаған кезде, ішінара ток ағызу пайда болады, сонымен қатар, ағызу нүктесінде көптеген физикалық құбылыстар болады, мысалы жарық, дыбыс, жылу, инфрақызыл және химиялық өзгерістер сияқты электрлік емес құбылыстар, сонымен қатар электромагниттік толқындар, электрлік импульстар және диэлектрлік шығындар  $\tan \delta$  қатарлы электрлік құбылысты көбейтіп, кабельдің оқшаулағышына жоғары кернеу қосу арқылы кабельдің ішінара ток ағызуын анықтаңыз, сондықтан кабельді оқшаулағыш мәртебесі туралы шешім шығарылады және электр желісінің қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етіледі [4,5].

Әдетте қолданылатын ішінара ток ағызу өлшеу әдісі, электромагниттік байланыстыру әдісі, ультрадыбыстық әдіс және т. б. жатады, әр анықтау әдісінің сипаттамалары төмендегі кестеде көрсетілген.

1-кесте. Жалпы пайдаланылатын ішінара ток ағызу анықтау әдістері мен сипаттамалары

Өлшеу әдістері	Өлшеу құралы	Өлшеу нысаны	Қиындық дәрежесі	Сезімталдық
Дірілді жеделдету әдісі	Акселерометр	Үрлемелі кабель басы	Мүмкін	<1000
Электромагниттік толқын әдісі	Антенна	Үрлемелі кабель басы	Мүмкін	<1000
Ультрадыбыстық әдіс	Ультрадыбыстық сенсор	Аралық буын	Мүмкін	<1000
Жерсымының импульстік ток әдісі	Ағымдағы трансформатор	Майлықағаз, айқастырылған кабель	Мүмкін	<100
Ішінара разряд	Жартылайшығартын құрал	Майлықағаз, айқастырылған кабель	Қиын	<10

Көптеген отандық және шетелдік сарапшылар мен ғалымдар, IEEE, IEC, SIGRE және басқа да халықаралық энергетикалық органдар XLPE кабельді оқшаулауды сынаудың ең жақсы әдісі ішінара разрядтау сынақтарын қолдану деп санаса да, ішінара разрядты разряд сигналдарының толқындық формалары күрделі және өзгергіш және әлсіз, фондық шуылмен оңай біртіндеп жоғалады, сыртқы электромагниттік кедергілер үлкен және күшті, жиналған сигнал фильтр мен күшейткіштен өткенде және, оңай бұрмаланады және олардың көпшілігі жақсы қорғалған зертханада қолданылады кабельдің зауыттағы оқшаулауын сынау үшін, нақты жұмыс тәжірибесінің болмауы және кабельді оқшаулаудың тиімді критерийі бұл әдісті іс жүзінде қолдануға кедергі келтіреді.

**Кабель оқшаулағышын Онлайн-тестілеудің дамуына әсер ететін факторлар.** XLPE 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 және белгілі бір жағдайларда ғана онлайн режимінде анықтауға болады.

2. Нақты жердетексерудеректері жетіспейді. Қазіргі уақытта кабельді оқшаулағышты желілік сынау әдістерінің көпшілігіндек кабельдің ескіруіне қолжеткізу үшін зертханалық модельдеу қолданылады, бұл нақты жердегіден, әсіресе нақты пайдалану ортасынан және бөгеу көзінен өзгеше.

3. Кабельдің ескіруөлшемдерін түжырымдау қиын. Онлайн-тестің көптеген әдістері сенімді критерийлерге ие емес, ал деректерді жинау белгілі бір уақытты алады, сондықтан анықталған кабельдің оқшаулағыш оқшаулау күйін дәл анықтау қиын.

**Қорытынды.** Қазіргі уақытта XLPE кабелін оқшаулағыш оқшаулауы онлайн режимінде анықтау 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 оқшаулау әдістеріне негізделген кешенді бағалау критерийін қалай құруға болады - бұл болашақ даму бағыты.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Yamaguchi S I, Soda S, Takada N. Development of a new type insulation diagnostic method for hot-line XLPE cables[J]. Power Delivery, IEEE Transactions on, 1989, 4(3):1513-1520.

2. Khersonsky Y, Islam M, Peterson K. Challenges of connecting shipboard marine systems to medium voltage shoreside electrical power[J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 2007, 43(3):838-844.

3. Asari M, Iwamoto S, Okamoto T, et al. Expert system for XPLE cable deterioration diagnosis and life forecasting[J]. Electrical Engineering in Japan (English translation of Denki Gakkai Ronbunshi), 1992, 112(1):25-38.

4. Bannach D, Kirchner M, Neubert R. Retrofitting-new high voltage XLPE cables substituting paper-insulated power cables in steel pipes[J]. Power Delivery, IEEE Transactions on, 1998, 13(2):287-291.

5. Nakamura S, Morooka S, Kawasaki K. Conductor temperature monitoring system in underground power transmission XLPE cable joints[J]. Power Delivery, IEEE Transactions on, 1992, 7(4):1688-1697.