

УДК 621.311.4-742
МРНТИ 44.29.33

DOI 10.56339/2305-9397-2023-1-3-165-172

Жексембиева Н. С., техника ғылымдарының кандидаты, доцент, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0002-6094-6987>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, nazim_61zh@mail.ru

Әбіғазиев Е. Н., магистрант, <https://orcid.org/0000-0003-2382-518X>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, abilgaziev.e@mail.ru

Zheksembieva N. S., candidate of Technical Sciences, associate professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-6094-6987>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st.Zhangir khan, 51, 090009, Kazakhstan, nazim_61zh@mail.ru

Abilgaziev E. N., master's student, <https://orcid.org/0000-0003-2382-518X>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st.Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, abilgaziev.e@mail.ru

110/10 кВ ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯСЫН ЖАҢАРТУДЫҢ ТИМДІЛІГІН ТАЛДАУ ANALYSIS OF THE TIMELINESS OF UPDATING THE 110/10 KV SUBSTATION

Аннотация

Бұл аталмыш мақалада ауыл шаруашылығы өнімдерін қайта өңдейтін жаңа кешендердің енгізілуіне байланысты ауыл шаруашылығы өндірушілерінің электр энергиясын тұтынуының артуы, осы қосалқы станцияның жабдықтары моральдық және физикалық тұрғыдан ескірген және ауыстыруды қажет ететіндігі негіз болды, өйткені ол қазіргі уақытта енгізілген электр қауіпсіздігі мен сенімділігі бойынша талаптарды орындамайтындығы зерттеудің басты себебі болғандығы туралы айтылады. Сонымен қатар ескірген қосалқы станцияларды қаражат жағын ескере отырып ең тиімді нұсқаларды қарастырамыз. Яғни қосалқы станцияның ескірген, қолданысқа жарамсыз бөліктерін заманауи тиімді бөлшектерге ауыстыра отырып, электр қуатын үнемдеуге мақсат қойып ізденісті жалғастыру болып табылады. Қазіргі таңда еліміздегі көптеген қосалқы станцияларды жаңартуға тура келеді. Еліміздегі ескірген қосалқы станцияларды түбегейлі жаппай жаңарту экономикалық шығындар тудыруы мүмкін, бір-ақ көптеген өндірістер, кәсіпорындар электр қуатынсыз жұмыс жасауын елестету мүмкін емес екені айдан анық. Сол себепті қазіргі таңда электр қуатын тарату мен тасымалдау құрылғыларына және үнемдеуге үлкен ізденістер жүргізілуде.

Сондай-ақ, қосалқы станцияны жаңарту туралы шешім жаңа қосалқы станцияны салу қиын болғандықтан қабылданды, өйткені ол қосалқы станциясын салу орнын, қоректену және шығу желілерін іздеуді, аудан орталығының барлық коммуникацияларымен келісу қажеттілігін қарастырады, бұл негізсіз шығындарға әкеледі.

ANNOTATION

This article states that the main reason for the study was the increase in electricity consumption by agricultural producers due to the introduction of new complexes for processing agricultural products, the fact that the equipment of this substation is morally and physically outdated and requires replacement, since it does not meet the requirements for electrical safety and reliability introduced at the moment. At the same time, we consider the most effective options for obsolete substations, taking into account the financial aspect. That is, to continue the search in order to save electricity, replace obsolete, unusable parts of the substation with modern efficient parts. Currently, many substations in the country are in need of renovation. It is clear that a radical and massive modernization of obsolete substations in our country can lead to economic losses, and it is impossible to imagine that many industries and enterprises will work without electricity. That is why a lot of research is currently being done on power distribution and transmission devices and savings.

Also, the decision to modernize the substation was made due to the fact that it is difficult to build a new substation, since it provides for the need to coordinate the place of construction of the substation, the search for supply and exhaust lines, all communications of the district center, which leads to unjustified costs.

Түйін сөздер: *энергетика, модернизация, трансформатор, техникалық қайта жарақтандыру, шағын өлшемді модульдік құрылымдар, тарату құрылғыларының схемалары және сенімділігі.*

Key words: *energy, modernization, transformer, technical rearmament, compact modular constructions, distributive devices schemes, reliability.*

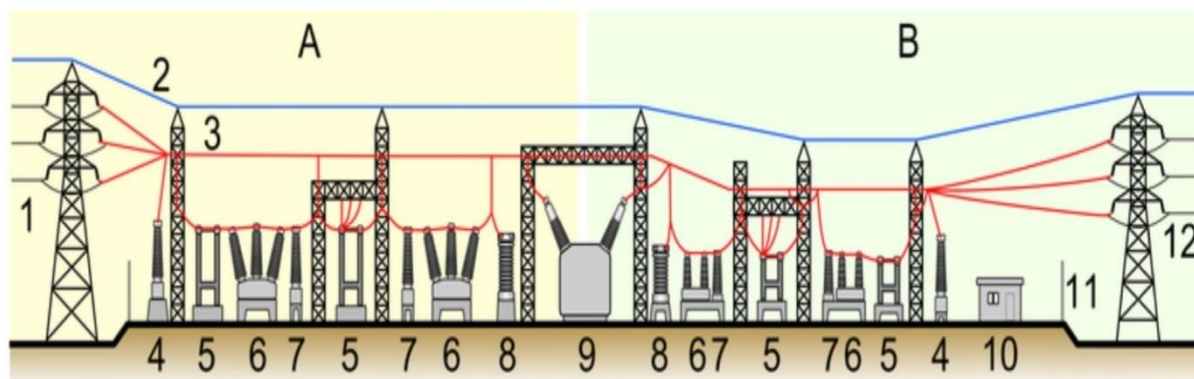
Кіріспе. Электр энергетикасы халық шаруашылығының маңызды және біртұтас бөлігі болып табылады. Электр энергетикасында, біраз басқа салалар сияқты, құрылысқа байланысты желілер мен қосалқы станцияларды жаңарту мәселесі өткір тұр, себебі 35-50 жыл бұрын қойылған жабдықтар өз ресурстарын атқарып болды. Оның қазіргі жұмыс қабілеттілігі көбінесе жабдықтың беріктігі бойынша бірнеше рет өндірілуіне байланысты сақталады. Жоғары вольтты ажыратқыштар өздерінің коммутациялық ресурсын сарқып алды. Өткен ғасырда салынған орта және жоғары вольтты қосалқы станциялардың барлығы дерлік қызмет көрсету персоналының тұрақты болуын талап етті және орталықтандырылған басқару жүйесі болмады.

Қазіргі уақытта елдің барлық энергия жүйелері қосалқы станцияларды автоматтандырылған басқаруға көшуде, тозған жабдықты жаңасына ауыстыруда немесе ескі қосалқы станциялардың орнында заманауи қондырғылар салынууда. Тарату желілерінің қосалқы станциялары үшін модернизация жолы ең тиімді болып табылады, мұнда жаңартылған қосалқы станция заманауи талаптарға сәйкес келеді және шығындар толық қайта құру немесе жаңа құрылысқа қарағанда әлдеқайда төмен болады.

Ел экономикасының өнеркәсіптік және ауылшаруашылық салаларында өндіріс көлемінің өсуі, сондай-ақ электроника мен жаңа технологиялардың қарқынды дамуын қамтамасыз ету қажеттілігі жағдайында электр энергиясын тұтынудың өсуі қазіргі уақытта қол жетімді ірі өнеркәсіптік орталықтар мен кез-келген саланың кәсіпорындары ғана емес, сонымен қатар болжанатын және ұйымдастырылған шағын фирмалар, ұйымдар мен тұрмыстық тұтынушылар арасында да қарқынды өсіп келеді. Бұл ретте тұтынушыларды энергиямен қамтамасыз етудің тікелей байланысты бірқатар міндеттері туындайды. Осындай міндеттердің бірі электр энергиясымен сапалы және үздіксіз жабдықтау болып табылады. Оның шешімі тұтынушыларға жаңа төмендету қосалқы станцияларын жобалау, сондай-ақ қолданыстағы станцияларды қайта жаңарту болуы мүмкін. Сонымен қатар, бір жүйеге бағындырылған электрмен жабдықтаудан әлдеқайда алыс орналасқан шағын өндірістер бар. Мұндай өндірістер үшін, егер техникалық-экономикалық негіздеме кезінде ол бір жүйеге бағындырылған қоректендіру жүйесінен электрмен жабдықтаумен салыстырғанда ыңғайлы болатын болса, шағын қуатты станцияларынан автономды электрмен жабдықтау мен салыстырғанда ұтымды болып шықса, шағын қуатты электр станциялары автономды электрмен қамтамасыз ету нұсқасы ұсынылады. Мысалы, электр желілік объектілеріне дейінгі айтарлықтай қашық болған жағдайда [1 - 5].

Өзгеретін талаптар, тұтынушылар жүктемелерінің өзгеруі, сондай-ақ жабдықтың жоғары бағасы трансформаторлардың белгіленген қуатына, тарату құрылғысынан қуат алатын тұтынушылардың қуаттарына, сондай-ақ орнатылған жабдықтарға қазіргі кезеңнің талаптарына сәйкестігін анықтау үшін өте егжей-тегжейлі және нақты тексеру талдауын қажет етті. Есепке алуға мыналар кіреді: есептеу жүктемелерін анықтау, трансформаторлардың қуаты мен санын тексеру, электр аппараттары мен тарату құрылғыларының тірі бөліктерін таңдау, схеманы таңдау. Осы мақсатта қысқа тұйықталу қуаты мен токтарын есептеу жүзеге асырылады. Қосалқы станцияны салу және пайдалану кезіндегі қажетті шарт қауіпсіздік шаралары мен экологиялық нормаларды сақтау болып табылады.

Бүгінгі күні ағымдағы және күрделі жөндеу кезінде ауыстырылатын қосалқы бөлшектерді іс жүзінде ешкім шығармайды. Қазіргі заманғы нарықта кооперативтер шығаратын аналогтар ғана бар, бірақ мұндай бөлшектердің сапасы өте төмен.



Сурет 1 – Қосалқы станция элементтері

А: бастапқы электр желілерінің жағы В: екінші электр желілерінің жағы 1. Бастапқы электр беру желілерінің желілері 2. Жерге тұйықтау сымы 3. Электр беру желілері 4. Электр кернеуін өлшеуге арналған трансформатор 5. Ажыратқыш 6. Ажыратқыш 7. Ток трансформаторы 8. Найзағайдан қорғау 9. Негізгі трансформатор 10. Басқарма ғимараты 11. Күзет қоршауы 12. ЭБЖ – электр беру желілері.

Трансформаторлық қосалқы станция дегеніміз жұмыс кернеуінің электр қуатын басқа түріне түрлендіруге арналған құрылғы. Әрбір қосалқы станцияның басты элементтерінің бірі – қуат трансформаторы. Бұл қосалқы станцияда 110/10 кВ үш тоқты қуат трансформаторлары қолданылады, мұнда бір кернеудің электр қуатын басқа екіге түрлендіру қамтамасыз етіледі, бұл электр энергетикасын қабылдаушыларға дейінгі әр түрлі қашықтыққа байланысты. Электр жабдықтары, ток өткізгіш бөліктер, оқшаулағыштар, бекітпелер, қоршаулар, тірек конструкциялары және олардың арасындағы қашықтық таңдалуы, орнатылу тиіс:

- электр қондырғысының біркелкі жұмыс жағдайынан туындаған күш-жігер, қыздыру, электр доғасы немесе оның жұмысына байланысты басқа да құбылыстар (үшқын, газдар шығару және т. б.) жабдықтың зақымдалуына және қысқа тұйықталудың және болмаса жерге тұйықталудың пайда болуына, сондай-ақ қызмет көрсетуші адамға зиянын келтіре алмайды;

- электр қондырғысының біркелкі қызмет ету жағдайлары бұзылған жағдайда қажетті жағдайлар қамтамасыз етілді, яғни қысқа тұйықталу әрекетіне байланысты зақымдануды оқшаулау[6 - 9].

Зерттеу әдістері. Электрмен жабдықтаудың сенімділік дәрежесі бойынша барлық электр қабылдағыштар үш түрлі санатқа топталады. Бірінші санатқа электрмен жабдықтаудағы ақау, адамдардың өміріне зиян келтіруі мүмкін, шығарылатын өнімнің ақауы, жабдықтың зақымдануы немесе күрделі технологиялық процестің ұзақ мерзімді бұзылуы жатады; екінші санатқа - электрмен жабдықтаудағы үзіліс, өнім шығарудың айтарлықтай төмендеуімен, адамдар мен механизмдердің тоқтап қалуымен байланысты тұтынушылар; үшінші санатқа басқалардың барлығы жатады жүктемелер.

Бірінші санаттағы тұтынушылардың қоректену сенімділігін қамтамасыз ету үшін қосалқы станцияға екі трансформатор орнатылады. Егер бірінші санаттағы тұтынушылардың қуаты жиынтық жүктеменің 50% асатын болса, онда әрбір трансформатордың қуаты жиынтық жүктемеден кем болмауы тиіс. Кернеуі 110/10 кВ толық трансформаторлық қосалқы станция өнеркәсіптік кәсіпорындардың және басқа да объектілердің электрмен жабдықтау желілерінде өнеркәсіптік жиілігі 50 және 60 Гц үш фазалы айнымалы токтың электр қуатын қабылдауға, өзгертуге және тасымалдауға арналған [10 - 11].

Қосалқы станцияның негізгі схемалары келесідей: толық трансформаторлық қосалқы станция - шлейфті кірумен қос трансформаторлы құрама болып табылады. Әуе желісі арқылы қосалқы станцияға 110 кВ желісі, ОД-110, КЗ-110 желілік ажыратқыштар, жөндеу және секциялық жалғастырғыштар арқылы кіреді. Секциялық секіргішке МКП-110 секциялық май қосқышы кіреді. 10кВ тарату құрылғысы 10кВ шиналардың екі секциясынан, ВК-10 типті май ажыратқыштары бар К-47 ұяшығынан тұрады. Басқару және релелік қорғаныс жедел айнымалы

тока орындалады. Секциялық секіргішке МКР-110М секциялық май қосқышы кіреді. ТДТН – 10000/110 үлгісіндегі күштік трансформаторлар РТ – 110, ОД, КЗ – 110 арқылы қосылған. 10 кВ тарату құрылғысы К – 47 ұяшықтары және ВК – 10 типті ажыратқыштары бар шиналардың екі секциясынан тұрады.

Басқару және релелік қорғаныс жедел айнымалы тока орындалады. Қосалқы станция электр жабдығын найзағайдың тікелей түсуінен қорғау жайтартқыштармен жүзеге асырылады. Сызықтан өтетін асқын кернеу толқындарынан қорғау РВС-35, РВП-10 және РВС-10 вентильді ажыратқыштармен жүзеге асырылады. Базалық схеманың кемшілігі жоғары кернеу жағынан ОД-110 кВ және КЗ-110 кВ бөлгіш блоктарының күштік трансформаторларының болуы, сондай-ақ маймен толтырылған коммутациялық аппараттардың үлкен саны болып табылады.

Желінің есептік схемасында бір сызықты бейнеде қоректендіру көздерін қысқа тұйықталу нүктелерімен байланыстыратын (энергия жүйесі, генераторлар) және желі элементтері (электр беру желілері, трансформаторлар, реакторлар) көрсетіледі. Есептеу схемасында қысқа тұйықталу нүктелері көрсетіледі және оларды есептеу қажет. Ауыстыру схемасы-барлық элементтер олардың кедергілерімен (индуктивті немесе толық) ұсынылған бірдей есептелген бір сызықты тізбек. Көп жағдайда схема элементтері ауыстыру тізбегінде олардың индуктивті кедергілерімен ұсынылған.

Қарсыласу есептерін жеңілдету үшін тізбек элементтері салыстырмалы бірліктерде, яғни белгілі бір шаманың фракцияларында немесе пайыздарында көрсетіледі. Қысқа тұйықталудың есептік нүктесі әр қосылыстың аппараттары мен ток өткізгіш бөліктерін таңдау үшін белгіленеді. Оның орналасқан жері қысқа тұйықталудың ең үлкен тогы осы құрылғы немесе өткізгіш арқылы өтетін етіп таңдалады. Біздің жағдайда қысқа тұйықталу нүктелері күштік трансформатордың жоғары, орта және төменгі кернеуі жағынан қосалқы станция шиналарында болады. Үш фазалы қысқа тұйықталу тогын анықтаймыз [12 - 13].

Кернеудің негізгі сатысы үшін 110 кВ сатысын аламыз. Негізгі кернеуді $U_B 110 = 115$ кВ деп қабылдаймыз, негізгі қуат $S_B = 100$ МВ·А.

Негізгі қуат кернеудің барлық сатыларында бірдей қабылданады, ал U_B базалық кернеуі әр сатыда әр түрлі болады. Әрі қарай, кернеудің әр сатысы үшін біз негізгі ток пен негізгі қарсылықты табамыз.

Біз 10 кВ сатыларында негізгі кернеуді табамыз. Трансформация коэффициентін негізгі сатыдан қажетті бағытқа қарай аламыз.

$$U_{(B)} = U_B \times \frac{1}{K_1} \quad (1)$$

Мұнда K_1 – күштік трансформатордың трансформация коэффициенті.

Негізгі кернеулердің табылған мәндерін ескере отырып, әр сатыдағы негізгі кедергілерді табамыз.

$$Z_b = \frac{U_{(B)}^2}{S_B} \quad (2)$$

Табылған негізгі кернеу мәндерін ескере отырып, әр сатыдағы негізгі тоқты табамыз.

$$I_B = \frac{S_B}{\sqrt{3} \times U_{(B)}} \quad (3)$$

Трансформатордың кедергісін негізгі жағдайларға келтірілген салыстырмалы бірліктерде анықтаймыз.

$$X_B = \frac{0,5(U_{K.B-C} + U_{K.B-H} - U_{K.C-H})S_B}{100 \times S_{НОМ}} \quad (4)$$

Жүйенің кедергісін негізгі жағдайларға келтірілген салыстырмалы бірліктерде анықтаймыз.

$$X_c = \frac{S_B}{S_{K.3}} \quad (5)$$

110 кВ секциялық ажыратқыш тізбегіндегі токтарды анықтаймыз.

Незінде, префабрикалық шиналар, секциялық және шиналық қосқыштармен өтетін ток қуаты жоғары генератордың немесе осы шиналарға қосылған трансформатордың $I_{\max}$ -тан аспайды. Осыған сүйене отырып, біздің жағдайда 110 кВ секциялық ажыратқыш үшін: $I_{\max} = 70,37 \text{ А}$. Ажырату уақыты 0,08с асатын ажыратқыштар үшін қысқа тұйықталу тогының периодтық құраушысының номиналды салыстырмалы құрамының мәні $\beta_n < 0,2$ және есептеулерде $\beta_n = 0$ қабылданады, онда периодтық құраушыны ескермеуге болады [14].

Құрылыс нормалары мен ережелерімен ұсынылған қосалқы станциялардың электр қосылыстарының кең таралған схемалары үшін қосалқы станциялар конструкцияларының типтік орналасуы мен типтік тораптары жасалды. Алайда, электр желісінің қолданыстағы схемаларын, әр түрлі тарату құрылғыларындағы қосылыстардың санын және оларға деген көзқарастарды ескере отырып, нақты жағдайда, жалпы типтік шешімнің кез-келген нұсқасын қолдану мүмкін емес. Осы себепті көптеген 110 кВ қосалқы станциялар және барлық дерлік 220 кВ және одан жоғары қосалқы станциялар типтік құрылымдардан, тораптардан және блоктардан типтік орналасулар мен қосалқы станциялардың конструкцияларынан айтарлықтай ауытқумен жобаланады. Типтік шешімдерді қолдану өте сирек кездеседі және әр қосалқы станцияның жобасы өзіндік ерекшелікке ие [15 - 17].

Зерттеу нәтижелері. 110/10 кВ қосалқы станциялардың дизайнын жетілдіру мәселесі тарату желілері үшін де өзекті болып табылады. Аймақтық электр желілері компанияларының сенімділігі мен тиімділігі осы мәселені шешуге байланысты. Бұл мәселені шешуге 110 кВ вакуумдық ажыратқыштарды және жаңа қосалқы станцияларды салу және жұмыс істеп тұрғандарын техникалық қайта жарақтандыру кезінде, блокты-модульдік конструкцияларды қолданудан тұратын жаңа тәсіл негізінде қол жеткізуге болады.

Жылдам әсер беретін және 110/10 кВ тарату желілерінің сенімділігін едәуір арттыратын бірінші кезектегі міндет-бөлгіштер мен қысқа тұйықталу қосалқы станцияларының схемаларында вакуумдық ажыратқыштары бар модульдерге ауыстырудың жаңа тәсілін қолдану.

Қосалқы станцияның дизайны мен орналасуы бірқатар факторларға байланысты:

1. қосалқы станцияның аумақтық орналасуы және оның мақсаты
2. тарату құрылғыларының саны
3. күштік трансформаторлар мен синхронды компенсаторлардың саны мен қуаты
4. қолданылатын жабдықтар мен құрылыс конструкцияларының түрлерінен
5. климаттық және геологиялық жағдайлар
6. қосалқы станциялардың перспективалық даму шарттары және т. б.

Жүктеменің жоғарылауына байланысты күштік трансформаторларының қуатын тексеру, жоғары вольтты құрылғыларды, қосалқы станцияның ток өткізгіш бөліктерін және басқа жабдықтарын таңдау, жарықтандыруды есептеу қажет. Қосалқы станцияда жаңа жабдықты орнату қолданыстағы жерге қосу контурының, сондай-ақ ашық тарату құрылғысының габариттерінің біраз өзгеруіне әкеп соғады. Сондықтан қосалқы станцияның жаңа жерге қосу және найзағайдан қорғау тізбегін есептеу қажет. КРУН-10 кВ-да май ажыратқыштарын ауыстырудан басқа, олардың мәндерін теңестіру үшін 10 кВ шиналар секцияларында жүктемелерді қайта бөлу қажет. Сонымен қатар, тіршілік қауіпсіздігі және ұйымдастыру-экономикалық мәселелер жөніндегі іс-шараларды әзірлеуді орындау қажет [18 - 20].

Қосалқы станцияның жоғары кернеуі жағынан жөндеу секіргіші бар көпір схемасы, қуат трансформаторларының тізбегіндегі ажыратқыштар мен секциялық ажыратқыштар қолданылады. Мұнда сыртқы қондырғының электр жабдықтары қолданылады. 110 кВ жағында келесі жоғары вольтты аппараттар орнатылған: ВГБУ-110 типті элегазды күштік ажыратқыштар, РНДЗ-110 типті ажыратқыштар НКФ-110 типті кернеуді өлшейтін трансформаторлар, ОПН-П2–110 типті асқын кернеуді шектегіштер. Жеке қажеттіліктерді қоректендіру қуаты 10 кВ·А типті екі трансформатордан жүзеге асырылады.

Қорытынды. Қосалқы станцияның ұсынылған схемасы қажетті талаптарды қанағаттандырады. Сонымен қатар, схеманың кез-келген өзгерісі сөзсіз жобаның қымбаттауына әкеледі. Жүктемелердің өсуі жағдайында жаңа, заманауи қосалқы станция салу орынды болады.

Бүгінгі таңда нарықта импорттық және отандық жабдықтардың кең ассортименти бар, бұл ажыратқыштарды таңдау мәселесіне сындарлы көзқараспен қарауға мүмкіндік береді.

Элегаз қосқышының негізгі мақсаты – қолмен немесе автоматты басқару кезінде жеке тізбектерді қосу және ажырату операцияларын орындау. Пайдаланушы ұйымдар үшін бұл маңыздылық жабдықты ауыстыру қажеттілігін анықтайтын фактор болып табылады.

Қосалқы станцияның қуаты, тұтынушылардың құрамы және өз қажеттіліктерін (СН) қоректендіру схемасы негізгі трансформаторлардың қуатына, кернеу класына, қосалқы станцияның конструктивті орындалуына, қызмет көрсету әдісіне және жедел токтың түріне байланысты. Қазіргі уақытта қосалқы станциялардың көпшілігі тұрақты қызмет көрсететін персоналсыз жұмыс істейді.

Токты таңдауға қосалқы станцияның жабдықтары әсер етеді. Мысалы, егер таңдалған ажыратқыштардың жетектері тек тұрақты жедел токта шығарылса, онда қосалқы станцияда тиісті зарядтау-разрядтау құрылғылары бар аккумуляторлық батарея орнатылуы керек. Басқа жағдайларда түзетілген немесе ауыспалы жедел токты қолдануға рұқсат етіледі, бұл қосалқы станцияны арзандатады және оны пайдалануды жеңілдетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ербаев, Е.Т. Силовая электроника – основа современных электрогенерирующих ветроэлектрических комплексов / Ербаев, Е. Т., Павленко, И. М., Степанов, С. Ф. // Актуальные проблемы электронного приборостроения: мат. XI междунар. науч.-техн. конф. АПЭП-2014. - Саратов: СГТУ, 2014. - Т. 2. - С. 261-266.
- 2 Аманжолов, Ж. Охрана труда в электроустановках / Аманжолов, Ж. - Астана: Фолиант, 2010. – 65 с.
- 3 Почаевец, В. С. Электрические подстанции / Почаевец, В. С. - М.: Изд-во УМЦ ЖДТ, 2012. – 491 с.
- 4 Соколов, С. Е. Электрические подстанции / Соколов, С.Е., Михалкова, Е.Г., Соколова, И. С. - Алматы: НАО АУЭС, 2017. – 64 с.
- 5 Кислицын, А. Л. Трансформаторы /Кислицын, А. Л. – Ульяновск: УЛГТУ, 2001. – 76 с.
- 6 Мазуркевич, В. Н. Электрическая часть электрических станций и подстанций: метод. указание / В. Н. Мазуркевич, Л. Н. Свита, И. И. Сергей. - Минск: БНТУ, 2004. – 84 с.
- 7 Силовые трансформаторы: справочная книга / под ред. Лизунова, С. Д., Лоханина, А. К. - М.: 2004. – 616 с.
- 8 Павлович, С. Н. Ремонт и обслуживание электрооборудования / Павлович, С.Н., Фираго, Б. И. - Минск: Вышэйшая школа, 2009. – 245 с.
- 9 Овчаренко, Н. И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: учеб. для вузов / под ред. Дьякова, А. Ф. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. - 504 с.
- 10 Murty P. S. R. Electrical Power Systems / P. S. R. Murty. - 1st Edition. - Chapter 9. Substations and Neutral Grounding. - 2017. - P. 183-201. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101124-9.00009-7>
- 11 Colin Bayliss. Transmission and Distribution Electrical Engineering / Colin Bayliss, Brian Hardy. - 4th Edition. - Chapter 3. Substation Layouts. - 2011. - P. 93-119. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096912-1.00003-4>
- 12 Raj Nagarsheth. Study of gas insulated substation and its comparison with air insulated substation / Raj Nagarsheth, Sushant Singh // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. - 2014. - Vol. 55. - P. 481-485. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2013.09.012>
- 13 Hamze Hajian-Hoseinabadi. Reliability and component importance analysis of substation automation systems / Hamze Hajian-Hoseinabadi // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. - 2013. - Vol. 49. - P. 455-463. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2010.06.012>
- 14 Аполлонский, С. М. Энергосберегающие технологии в энергетике: учеб. для вузов / Аполлонский, С. М. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - Том 1: Энергосбережение в энергетике. – 436 с.
- 15 Валеев, И. М. Концепция управления цифровыми подстанциями будущего: учеб. пособие / Валеев, И. М., Макаров, В. Г.; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2019. – 152 с.

16 Газизова, О. В. Специальные вопросы электроснабжения: учеб. пособие / Газизова, О. В., Кондрашова, Ю. Н., Шеметов, А. Н. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - Часть 1. - 2020. - 294 с.

17 Гриднева, Т. С. Энергосбережение в электроснабжении АПК: практикум / Гриднева, Т. С., Нугманов, С. С. - Кинель: РИО Самарский ГСХА, 2018. - 137 с.

18 Реконструкция и техническое перевооружение распределительных электрических сетей: учеб. пособие для вузов / Хорольский, В.Я., Ефанов, А.В., Шемякин, В.Н., Исупова, А. М. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 296 с.

19 Родыгина, Т. А. Электрические сети и системы: лаб. практикум для студентов магистратуры, обучающихся по направлениям «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника» / Родыгина, Т. А., Гаврилов, Р. И. - Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. - 84 с.

20 Чернобровов, Н. В. Релейная защита энергетических систем: учеб. пособие для техникумов / Чернобровов, Н. В., Семенов, В. А. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - 800 с.

REFERENCES

1 Erbaev, E. T. Silovaja jelektronika – osnova sovremennyh jelektrogenerirujushhih vetrojelektricheskikh kompleksov / Erbaev, E. T., Pavlenko, I. M., Stepanov, S. F. // Aktual'nye problemy jelektronnogo priborostroenija: mat. III mezhdunar. nauch.-tehn. konf APJeP-2014. - Saratov: SGTU, 2014. - T. 2. - S. 261-266.

2 Amanzholov, Zh. Ohrana truda v jelektroustanovkah / Amanzholov, Zh. - Astana: Foliant, 2010. - 65 s.

3 Pochaevec, V. S. Jelektricheskie podstancii / Pochaevec, V. S. - M.: Izd-vo UMC ZhDT, 2012. - 491 s.

4 Sokolov, S. E. Jelektricheskie podstancii / Sokolov, S. E., Mihalkova, E. G., Sokolova, I. S. - Almaty: NAO AUJeS, 2017. - 64 s.

5 Kislicyn, A. L. Transformatory / Kislicyn, A. L. - Ul'janovsk: UlGTU, 2001. - 76 s.

6 Mazurkevich, V. N. Jelektricheskaja chast' jelektricheskikh stancij i podstancij: metod. ukazanie / Mazurkevich, V. N., Svita, L. N., Sergej, I. I. - Minsk: BNTU, 2004. - 84 s.

7 Silovye transformatory: spravochnaja kniga / pod red. Lizunova, S. D., Lohanina, A. K. - M.: 2004. - 616 s.

8 Pavlovich, S.N. Remont i obsluzhivanie jelektooborudovanija / Pavlovich, S.N., Firago, B. I. - Minsk: Vyshhejschaja shkola, 2009. - 245 s.

9 Ovcharenko, N. I. Avtomatika jelektricheskikh stancij i jelektoenergeticheskikh sistem: ucheb. dlja vuzov / pod red. D'jakova, A. F. - M.: Izd-vo NC JeNAS, 2000. - 504 s.

10 Murty, P. S. R. Electrical Power Systems / P. S. R. Murty. - 1st Edition. - Chapter 9. Substations and Neutral Grounding. - 2017. - P. 183-201. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101124-9.00009-7>

11 Colin Bayliss. Transmission and Distribution Electrical Engineering / Colin Bayliss, Brian Hardy. - 4th Edition. - Chapter 3. Substation Layouts. - 2011. - P. 93-119. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-096912-1.00003-4>

12 Raj Nagarsheth. Study of gas insulated substation and its comparison with air insulated substation / Raj Nagarsheth, Sushant Singh // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. - 2014. - Vol. 55. - R. 481-485. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2013.09.012>

13 Hamze Hajian-Hoseinabadi. Reliability and component importance analysis of substation automation systems / Hamze Hajian-Hoseinabadi // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. - 2013. - Vol. 49. - R. 455-463. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2010.06.012>

14 Apollonskij, S. M. Jenergosberegajushhie tehnologii v jenergetike: ucheb. dlja vuzov / S. Apollonskij, M. - Sankt-Peterburg: Lan', 2022. - Tom 1: Jenergosberezhenie v jenergetike. - 436 s.

15 Valeev, I. M. Koncepcija upravlenija cifrovymi podstancijami budushhego: ucheb. posobie / Valeev, I. M., Makarov, V. G.; Minobrnauki Rossii, Kazan. nac. issled. tehnol. un-t. - Kazan': Izd-vo KNITU, 2019. - 152 s.

16 Gazizova, O. V. Special'nye voprosy jelektrosnabzhenija: ucheb. posobie / Gazizova, O. V., Kondrashova, Ju. N., Shemetov, A. N. - Magnitogorsk: MGTU im. Nosova, G. I., 2020. - Chast' 1. - 2020. - 294 s.

17 Gridneva, T. S. Jenergosberezhenie v jelectrosnabzhenii APK: praktikum / Gridneva, T. S., S. S. Nugmanov. - Kinel': RIO Samarskij GSHA, 2018. – 137 s.

18 Rekonstrukcija i tehničeskoe perevooruzhenie raspreditel'nyh jelektricheskijh setej: ucheb. posobie dlja vuzov / Horol'skij, V. Ja., Efanov, A. V., Shemjakin, V. N., Isupova, A. M. - Sankt-Peterburg: Lan', 2021. - 296 s.

19 Rodygina, T. A. Jelektricheskie seti i sistemy: lab. praktikum dlja studentov magistratury, obuchajushhijsja po napravlenijam «Agroinzhenerija» i «Teplojenergetika i teplotehnika» / Rodygina, T. A., Gavrilov, R. I. - Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaja GSHA, 2021. - 84 s.

20 Chernobrovov, N. V. Relejnaja zashhita jenergeticheskijh sistem: ucheb. posobie dlja tehnikumov / Chernobrovov, N. V., Semenov, V. A. - M.: Jenergoatomizdat, 1998. - 800 s.

РЕЗЮМЕ

В данной статье отмечается, что основной причиной исследования стало увеличение потребления электроэнергии сельхозпроизводителями в связи с введением новых комплексов по переработке сельхозпродукции, что оборудование данной подстанции морально и физически устарело и нуждается в замене, так как не выполняет введенные в настоящее время требования по электробезопасности и надежности. При этом мы рассматриваем наиболее эффективные варианты морально устаревших подстанций с учетом финансового аспекта. То есть продолжить поиски с целью экономии электроэнергии, замены устаревших, непригодных к использованию частей подстанции современными эффективными частями. В настоящее время многие подстанции в стране нуждаются в обновлении. Понятно, что коренная и массовая модернизация устаревших подстанций в нашей стране может привести к экономическим потерям, и невозможно представить, что многие отрасли и предприятия будут работать без электричества. Вот почему в настоящее время проводятся большие исследования по устройствам распределения и передачи электроэнергии и экономии.

Также решение о модернизации подстанции было принято из-за сложности строительства новой подстанции, так как она предусматривает место строительства подстанции, поиск линий питания и выхода, необходимость согласования со всеми коммуникациями районного центра, что приводит к неоправданным потерям.

ӨОЖ 622.276.054.2
FTAXP 55.33.39

DOI 10.56339/2305-9397-2023-1-3-172-181

Тажибаев Д.К., техника ғылымдарының кандидаты, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0002-6303-5644>

Ұлттық Ғылым академиясының геомеханика және жер қойнауын игеру институты, Бишкек қ., Медерова к. 98, 720011, Қырғызстан, dantaji@mail.ru

Хамзина Б.Е., доцент, PhD, <https://orcid.org/0000-0002-8947-0492>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51, 090009, Қазақстан Республикасы, bayanh@mail.ru

Утепберген Т. С., магистрант, <https://orcid.org/0000-0003-2080-2388>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ., Жәңгір хан көшесі, 51, 090009, Қазақстан Республикасы, flatron1998.05@gmail.com

Tazhibayev D. K., candidate of technical sciences, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-6303-5644>

«National Academy of Sciences the Kyrgyz Republic Institute of geomechanical and subsoil», Bishkek, 98 Mederova, 720011, Kyrgyzstan, dantaji@mail.ru

Khamzina B. Y., Associate Professor, PhD, <https://orcid.org/0000-0002-8947-0492>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, bayanh@mail.ru

Utepbergen T. S., master's student, <https://orcid.org/0000-0003-2080-2388>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, flatron1998.05@gmail.com

ТЕРЕҢ СОРАПТЫ ҰҢҒЫМАЛАРДА ҚҰМДЫ СҰЙЫҚТЫҚТЫ СҰЗУ FILTRATION OF SAND-CONTAINING LIQUID IN DEEP-PUMP WELLS

Аннотация

Жұмыста терең сорап ұңғымаларында механикалық қоспалардың пайда болу себептері мен аталған себептерге байланысты оның әкелетін салдары қарастырылған. Сұйықтықтағы қатты қалқыма бөлшектердің ұңғыма жабдықтарына әсері және оның алдын алу үшін құмы бар сұйықтықты сүзу технологиясын жетілдірудің маңыздылығы аталып өткен. Механикалық қоспалармен күресуде қолданылатын әдіс ретінде сорғы жабдығын көтермей сүзгі элементін жуатын сүзгі дизайнының және сүзгі бөлігінде орналасқан берік тот баспайтын болаттан жасалған V-тәрізді сымның саңылаулы торларының артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылған.

Механикалық қоспалармен күресудің практикалық әдістерінде ұңғымалардың түп маңы аймақтарын сүзгілермен жабдықтау технологиясының негізгі бағыттары мен механикалық қоспалардың теріс әсеріне қарсы күрестің негізгі өлшемдері көрсетілген. Газ-сұйық қоспаны өндіруде қатты қалқыма бөлшектерді азайту мәселесінің ерекше маңыздылығына сүйене отырып, терең сорап жабдықтарын қорғау үшін мұнай өндірісінде қолданылатын құмды қоспалардан оқшаулаудың бірнеше әдістері қарастырылған. Қабаттық сұйықтықта қатты қалқыма бөлшектерінің болуы жағдайында сорап жабдықтарының сенімділігін арттыру мәселесін шешу техникалық құралдарды таңдауда кешенді тәсілді қажет ететіндігі анықталған. Терең сораптарды қабылдаудағы қолданыстағы сүзгілердің жұмыс қабілеттілігін талдау олардың қатты қалқыма бөлшектермен күресте төмен тиімділікке ие екенін көрсетті, соның ішінде қатты қалқыма бөлшектердің бетіне жабысып қалуы салдарынан тазарту үшін сорап жабдықтарын мезгіл-мезгіл көтеру қажет.

ANNOTATION

The article considers the causes of the formation of mechanical impurities in deep pump wells and the consequences that it entails for the listed reasons. The impact of solid floating particles in the liquid on the well equipment and the importance of improving the filtration technology of sand-containing liquid to prevent it has been noted. As a method used in the fight against mechanical impurities, the advantages and disadvantages of the filter design, which washes the filter element without lifting the pumping equipment, and the V-shaped wire slotted grilles made of durable stainless steel located in the filter compartment are considered.

In practical methods of combating mechanical impurities, the main directions of technology for equipping the bottom areas of wells with filters and the main criteria for combating the negative effects of mechanical impurities are indicated. Based on the special importance of the problem of reducing solid floating particles in the production of a gas-liquid mixture, several methods of insulating sand from impurities used in oil production are considered to protect deep pumping equipment. It is established that solving the problem of increasing the reliability of pumping equipment in the presence of solid float particles in the reservoir fluid requires an integrated approach to the selection of technical means. Analysis of the operability of existing filters in the intake of deep pumps showed that they have low efficiency in the fight against solid floating particles, including the need to periodically raise the pumping equipment for cleaning due to the adhesion of solid floating particles to the surface.

Кілт сөздер: *сорап ұңғымалары, механикалық қоспалар, қатты қалқыма бөлшектер, сүзгілер, сорап жабдықтары.*

Key words: *pumping wells, mechanical impurities, solid suspended particles, filters, pumping equipment.*

Кіріспе. Механикалық қоспалар – бұл қойнауқаттан шығарылатын және ұңғымаға түсетін тау жыныстары. Бұл белгілі бір сүзу жылдамдығы немесе қысымның төмендеуі кезінде