

АНДАТПА

8D07103 – «Электротехникалық кешендер мен жүйелер» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін жазылған диссертациялық жұмысына

Қорабаев Ескендір Қазбековұлы

ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫН ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫН ЖАСАУ

Диссертациялық жұмыс тау-кен кәсіпорындарын электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігін арттыру сұрақтарына арналған.

Мәселенің өзектілігі.

Қазіргі тау-кен өнеркәсібінде тиімділік пен қауіпсіздікке байланысты бірқатар мәселелер орын алуда. Өндірістік процестердің интенсификациясы тау-кен жұмыстары санының артуына және олардың сапасы мен орындалу жылдамдығына қойылатын талаптардың жоғарылауына әкеледі. Бұл тұрғыда тау-кен өндірісінің соңғы технологияларын пайдалану және жабдықтардың жағдайын бақылау сияқты тиімді және қауіпсіз тәжірибелерді енгізу тау-кен жұмыстарының тиімділігі мен қауіпсіздігін арттырудың маңызды факторына айналады. Электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігі - оның электр энергиясын ең аз шығындармен тасымалдау және тарату арқылы электрэнергиясына деген қажеттіліктерді қамтамасыз қабілетімен анықталады. Жүйенің тиімділігіне жету үшін сенімділік, тұрақтылық, икемділік, экономикалық тиімділік және басқа да факторларды ескеру қажет.

Электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігі электр желілерінің, оның ішінде кернеуі 1000 В дейінгі желілердің сенімділігі мен қауіпсіздігіне тікелей байланысты, бұл желілер электрмен жабдықтаудың құрамдас бөлігі болып табылады және олардың сенімді жұмысы электр энергетикасының тұрақты дамуы үшін қажет. Үш фазалы электр желілеріне тұрақты техникалық қызмет көрсету және қауіпсіздіктің жоғары стандарттарын сақтау электр желілерінің электр қауіпсіздігі мен сенімділігі деңгейін арттыруға, сол арқылы электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігін арттыруға кепілдік береді. Электр желілерін жеткіліксіз күту апаттарға, тоқтап қалуға және басқа да мәселелерге әкелуі мүмкін, бұл өз кезегінде электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Жабдықтардың тоқтап қалуы пайдалы қазбаларды және басқа ресурстарды өндіру тиімділігін айтарлықтай төмендетуі мүмкін, сонымен қатар істен шыққан жабдықты жөндеуге немесе ауыстыруға қосымша шығындарға әкелуі мүмкін. Нәтижесінде кәсіпорын шығынға ұшырап, әрі қарай даму мүмкіндіктерін шектей алады.

Оқшаулау параметрлерін анықтау әдістерін әзірлеу бойынша жоғарыда аталған зерттеулерге сүйене отырып, оқшаулау және қорғау құрылғыларының жағдайын бағалау электр желілерін пайдаланудың маңызды аспектілері болып табылады, әсіресе олардың тиімділігі мен сенімділігін арттыру жағдайында.

Оқшаулау жағдайын тұрақты бақылау және талдау апаттардың алдын алуға және электр желілерінің үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуге, осылайша электр қауіпсіздігінің деңгейін және жалпы электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Диссертация тақырыбының мемлекеттік бағдарламалармен және университеттің жұмыс жоспарымен байланысы. С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті КЕАҚ-да 217 «Ғылыми және/немесе ғылыми-техникалық қызмет» бюджеттік бағдарламасына, 102 «Ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру» кіші бағдарламасына сәйкес АР05132692 «Тау-кен кәсіпорындарының кернеуі 1000 В-қа дейінгі электр қабылдағыштардың электрмен жабдықтау тиімділігін арттырудың инновациялық технологияларын әзірлеу» тақырыбы бойынша жұмыс жүргізілді.

Зерттеу объектісі - оқшауланған бейтарап кернеуі 1000 В дейін және одан жоғары үш фазалы электр желілері.

Зерттеу пәні оқшауланған бейтарапты электр желілерінде оқшаулау параметрлерін, бір фазалы жерге тұйықталу тогын, ағып кету тогын және жанасу кернеуін анықтау болып табылады.

Жұмыстың мақсаты оқшауланған бейтарапты электр желілеріндегі оқшаулау, бір фазалы жерге тұйықталу тогы, ағып кету тогы және жанасу кернеуінің параметрлерін анықтау әдістерін әзірлеу арқылы тау-кен кәсіпорындарын электрмен жабдықтау тиімділігін арттыру болып табылады.

Жұмыс идеясы. Бейтарап орнын жасанды ауыстыру кезінде кернеудің өзгеру заңдылықтарын пайдалану негізінде оқшауланған бейтарапты электр желілеріндегі оқшаулау, бір фазалы жерге тұйықталу тогы, ағып кету тогы және жанасу кернеуінің параметрлерін анықтау әдістерін әзірлеу арқылы тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарын электрмен жабдықтау тиімділігін арттыру.

Мақсатқа жету үшін келесі ғылыми міндеттер қойылды:

- оқшауланған бейтарапты симметриялы емес электр желісіндегі оқшаулау параметрлерін анықтау үшін математикалық тәуелділіктерді әзірлеу;
- оқшауланған бейтарапты симметриялы емес электр желісіндегі оқшаулау параметрлерін, ағып кету токтарын, бір фазалы жерге тұйықталуды және жанасу кернеуін анықтау әдістерін әзірлеу;
- нәтижелерді салыстыру мақсатында желіні оқшаулау параметрлерін анықтаудың ұсынылған әдісіне сандық эксперименттік зерттеу жүргізу;
- тау-кен кәсіпорындарының оқшауланған бейтарапты жұмыс істеп тұрған электр желілерінде оқшаулау, бір фазалы жерге тұйықталу тогы, ағып кету тогы және жанасу кернеуінің параметрлерін анықтаудың әзірленген әдістеріне сандық тәжірибелік зерттеу жүргізу;
- тау-кен кәсіпорындарын электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігін арттыру құралдарын әзірлеу.

Ғылыми жаңалығы:

- нөлдік тізбекті кернеу модульдерінің, жерге қатысты фазалық кернеудің мәндерін өлшеу негізінде үш фазалы электр желісіндегі оқшаулау

параметрлерін, бір фазалы жерге тұйықталу токтарын, ағып кету тогын және жанасу кернеуін анықтаудың математикалық тәуелділіктерін белгілеу, векторлық бұрыштар, олардың айырмашылығы асимметриялық фазалық кернеулерді және олардың симметриялық құраушыларын қарастыру;

– 10%-дан аспайтын қателікпен тау-кен тораптарының оқшаулау параметрлерін анықтауға мүмкіндік беретін үш фазалы электр желісіндегі оқшаулау параметрлерін, бір фазалы жерге тұйықталу токтарын, ағып кету тогын және жанасу кернеуін анықтау әдістерін әзірлеу;

– 1000 В-қа дейінгі кернеудегі электр желісіндегі оқшаулау параметрлерінің сандық мәндері алғаш рет әзірленген әдістерді қолдану арқылы СРС(К)–2000 айналмалы экскаваторында алынды.

Практикалық маңызы:

– оқшауланған бейтарапты үш фазалы электр желісіндегі оқшаулау параметрлерін, бір фазалы жерге тұйықталу токтарын, ағып кету тогын және жанасу кернеуін анықтаудың тиімді әдістерін әзірлеу;

– ұсынылған әдістер электр қауіпсіздігінің деңгейін және тұтастай алғанда электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігін арттыратын оқшаулау жағдайын тұрақты бақылау және талдау арқылы жұмыс кернеуі кезінде оқшауланған бейтарапты электр желілерін пайдалану кезінде қолданылады;

– жұмыста алынған фазалық кернеулер мен оқшаулау параметрлерінің аналитикалық тәуелділіктері әмбебап сипатқа ие және басқа салаларда оқшауланған бейтарапты электр желілерінде қолданылуы мүмкін.

Жұмысты орындау әдістемесі. Оқшауланған бейтарапты үш фазалы электр желілерінде желілік оқшаулау параметрлерін, жерге тұйықталу бір фазалы ток және жанасу кернеуін анықтау әдістерін әзірлеу кезінде келесі әдістер қолданылды: симметриялық құраушылар әдісі; қателер теориясы; электротехниканың теориялық негіздері; математикалық статистика және ықтималдықтар теориясы, Maple бағдарламалық құралы, NumPy, Scipy және Matplotlib кітапханалары бар Python бағдарламалау тілі.

Қорғауға ұсынылған негізгі ғылыми ережелер мен зерттеу нәтижелері:

1. бейтараптың жасанды ығысуы кезінде кернеудің өзгеру заңдылықтарын пайдалану негізінде оқшауланған бейтарапты үш фазалы асимметриялық электр желісіндегі оқшаулау параметрлерін анықтаудың математикалық сипаттамасы;

2. нөлдік тізбекті кернеу модульдерінің, фазалық кернеулердің және олардың векторлық бұрыштарының мәндерін өлшеуге негізделген үш фазалы электр желісіндегі оқшаулау параметрлерін, бір фазалы жерге тұйықталу токтарын, ағып кету тогын және жанасу кернеуін анықтау әдістері; фазалардың және олардың симметриялық құрамдас бөліктерінің асимметриялық кернеулерін ескере отырып, электр фазалық желі мен жерге қосу арасындағы сыйымдылық қосымша өткізгіштігін қосқанға дейін және кейін;

3. тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарындағы электр қауіпсіздігін бағалау - әзірленген әдістерді ескере отырып, оқшауланған бейтарапты электр

желілеріндегі оқшаулау параметрлерінің көрсеткіштері бойынша жаңа тәжірибелік деректерге негізделеді;

4. тау-кен кәсіпорнының электрмен жабдықтау жүйесінің нақты жұмыс істеуі жағдайында жүргізілген тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерін кешенді талдау негізінде қорғаныс өшіру құрылғысының сезімталдығын арттыру арқылы электрмен жабдықтау жүйесінің тиімділігін арттыру құралдары.

Ғылыми ережелердің, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен сенімділігі мыналармен расталады: маңызды процестерді есепке алу, құбылыстарды математикалық модельдеу үшін болжамдардың барабар деңгейлерін қабылдау, жаратылыстану ғылымдарының іргелі заңдары мен теория негіздеріне бастапқы болжамдарды негіздеу; электр тізбектерінің, теориялық зерттеулер нәтижелерінің сапалық параметрлерін қолданыстағы желілерде алынған эксперименттік деректермен салыстыру, сондай-ақ жеткілікті көлемнің және эксперименттік зерттеулер нәтижелерінің болуы.

Өндірісте жұмыс нәтижелерін жүзеге асыру. Электр желісі фазасы мен жер арасына қосымша сыйымдылықты өткізгіштікті қосқаннан кейін оқшауланған бейтарапты электр желісіндегі оқшаулау параметрлерін анықтау, нөлдік тізбекті кернеу модульдерінің мәндерін, жерге қатысты фазалық кернеуді және олардың векторлық бұрыштарын фазалар арасындағы өлшеуге негізделген әдісі Науаи атындағы мемлекеттік тау-кен-технологиялық университетінің ғылыми және оқу процесіне, сондай-ақ «Богатырь Көмір» ЖШС тау-кен кәсіпорнының технологиялық процесіне енгізілді.

Жұмыс көлемі. Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен тұратын негізгі бөлімнен және қорытындыдан тұрады. Диссертацияның көлемі машинкамен басылған мәтіннің 94 бетін құрайды, 7 кестеден, 32 суреттен, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен, оның ішінде 64 атаудан, 2 қосымшадан тұрады.

Жұмыстың мазмұны.

Кіріспеде ғылыми әзірлеуге қабылданған мәселенің өзектілігі негізделеді және жұмыстың мақсаты мен идеясы тұжырымдалады, негізгі қорғалатын ғылыми ұстанымдар, ғылыми жаңалық және алынған нәтижелердің практикалық құндылығы көрсетіледі, жұмыс нәтижелерінің орындалуы, оның апробациялануы және жарияланымдар саны.

Бірінші тарауда мәселенің жай-күйі берілген және оқшауланған бейтарапты электр желілеріндегі оқшаулау күйін зерттеу бойынша әдебиеттер қарастырылған. Оқшаулауды және қалдық ток құрылғыларын бақылаудың қолданыстағы әдістеріне шолу және талдау берілген, зерттеудің мақсаттары мен міндеттері тұжырымдалған. Біздің елімізде де, шетелде де жарияланымдарды зерттеу және талдау негізінде желілік оқшаулау параметрлерін анықтаудың жаңа әдістерін әзірлеу маңызды міндет болып табылатыны анықталды, өйткені бұл кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйесінің электр қауіпсіздігі деңгейін арттыруға және үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз етуге көмектеседі.

Екінші тарауда алынған жаңа математикалық тәуелділіктерді пайдалана отырып, оқшауланған бейтарап кернеуі 1000 В дейін және одан жоғары асимметриялық желідегі оқшаулау параметрлерін анықтау әдістері әзірленген.

1000 В дейін және одан жоғары кернеуі бар оқшауланған бейтарапты үш фазалы теңгерілмеген желіде оқшаулау параметрлерін анықтаудың әзірленген әдістемесінде нөлдік тізбекті кернеу модульдерінің мәндерін өлшеу негізінде жерге қатысты фазалық кернеуді және олардың векторлық бұрыштары, электр желісінің А фазасы мен жер арасындағы сыйымдылық қосымша өткізгіштігін қосқанға дейін және одан кейін желілік оқшаулау параметрлері енгізілген сыйымдылық қосымша өткізгіштік мәнін ескере отырып есептеледі. Ұсынылған әдіс жеткілікті дәлдікпен және қарапайымдылықпен оқшауланған бейтараппен асимметриялық үш фазалы желіде оқшаулау параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

Жасалған әдіс бойынша сандық эксперименттік зерттеулер жүргізілді және салыстырмалы қателік 10%-дан аспайтын нәтижелерге салыстырмалы талдау жүргізілді. Қатені талдау әзірленген әдіс жеткілікті жоғары дәлдікке ие екенін, сонымен қатар өлшеулерді жүргізуде артықшылығы бар екенін көрсетті.

Үшінші тарауда оқшауланған бейтараптағы асимметриялық электр желісіндегі ағып кету тогын, жерге тұйықталудың бірфазалы тогын және жанасу кернеуін анықтау әдістері зерттеліп, әзірленген. Қанағаттанарлық дәлдікті көрсеткен фазалық кернеуді, нөлдік тізбекті кернеуді, сондай-ақ олардың векторлық бұрыштарын қосу алдындағы және қосымша өткізгіштіктен кейінгі жанама өлшеудегі қателікке талдау жүргізілді.

Төртінші тарауда экскаваторларды пайдалану бойынша әзірленген әдістер де, алынған өлшеу нәтижелерін талдау да қарастырылады. Қолданыстағы электр қондырғыларында әзірленген әдістерді апробациялау ЭКГ-5 экскаваторында 1000 В дейінгі оқшауланған бейтарап кернеуі бар асимметриялық үш фазалы электр желісіндегі бір фазалы жерге тұйықталу тогы, оқшаулау параметрлерінің сандық көрсеткіштерін алуға мүмкіндік берді және «Богатырь Көмір» ЖШС айналмалы экскаватор SRs (K) - 2000, оның нәтижелерін талдау УАКИ-380, РУ-127/220 сияқты қолданыстағы қорғаныс өшіру құрылғыларының істен шығуы кемшіліктерді анықтады және осыған байланысты бұл құрылғылардың тиімділігін арттыру үшін құралдар әзірленді.

Қорытынды бөлімінде зерттеу жұмысының нәтижелері келтірілген.

Жұмысты апробациялау. Диссертациялық жұмыстың негізгі материалдары мен нәтижелері ICESSET-2022 электрлік, компьютерлік және энергетикалық технологиялар бойынша халықаралық конференцияда баяндалып, талқыланды.

Диссертацияның негізгі ғылыми нәтижелері 2 ғылыми жұмыста жарияланды, оның ішінде 1 жарияланым Scopus ақпараттық базасына енгізілген (пайыздық көрсеткіш – 83) және 2 жарияланым ҚР ҒЖБМ ҒЖББСҚЕК ұсынған басылымдарда. 2022 жылғы 16 қыркүйектегі № 041128 өнертабысқа Еуразиялық патент және 2022 жылғы 21 қазандағы № 35922 өнертабысқа Қазақстан Республикасының патенті алынды.