**аңдатпа**

**Амренова Дана Темірболатқызының 6D071800 – «Электр энергетика мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған «Трансформаторлардың апатқа қарсы автоматикасының сенімділігін арттыру» диссертациясына**

**Өзектілігі**

Ашық қолжетімділікте бар, әлемдік жарияланымдарды талдау барысында резервті автоматты қосудың және автоматты қайта қосудың барлығы жаңадан әзірленетін және шығарылатын құрылғылары техникалық жетілдіруді арттыруға бағдарланғанын көрсетті. Бұл ретте олардың аппараттық сенімділігін қамтамасыз ету мәселелеріне аз көңіл бөлінеді, дегенмен [5] деректері бойынша резервті автоматты қосу құрылғылары (РАҚ) релелік қорғау және автоматиканың барлық құрылғылары арасында іске қосылмауы бойынша бірінші орын алады, ал автоматты қайта қосу құрылғылары (АҚҚ) жетінші орын алады. РАҚ және АҚҚ құрылғыларының істен шығуымен қатар, қоректендірудің резервті енгізу ажыратқышын (мысалы, секциялық немесе желілік) қосудың істен шығуы мүмкін, алайда РАҚ және АҚҚ аппараттық сенімділігін арттыратын жаңа тәсілдер ұсынылмайды. Сондықтан олардың дамуы өзекті. Бұл жұмыста трансформаторлардың апатқа қарсы автоматикасының (АҚА) сенімділігін арттыруға баса назар аударылады, өйткені олар әрқашан тұтынушыларды электрмен жабдықтауға қатысады.

**Зерттеу нысаны** электрмен жабдықтау жүйелерінің апатқа қарсы автоматикасы.

**Зерттеу пәні –**трансформаторлардың РАҚ және АҚҚ құрылғылары.

**Диссертация тақырыбының жалпы ғылыми (мемлекеттік) бағдарламалармен байланысы.** Жұмыс "Энергетика және машина жасау" ғылымын дамытудың басым бағыттарына және CIGRE халықаралық ұйымының "Релелік қорғау және автоматика" В5 кіші комитетінің ғылыми бағыттарына сәйкес орындалды.

**Жұмыстың мақсаты** трансформаторлардың апатқа қарсы автоматикасының сенімділігін арттыру болып табылады.

**Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды және шешілді:**

1. АҚҚ және РАҚ бойынша жарияланымдарды сенімділік тұрғысынан талдау.

2. Трансформаторлардың РАҚ сенімділігін арттыру тәсілдерін әзірлеу.

3. Сақтандырғыштары бар трансформаторлардың және ажыратқыштары бар желілердің АҚҚ тәсілдерін әзірлеу.

4. Осы әдістерді жүзеге асыратын құрылғылардың модельдерін жасау.

5. Сенімділікті арттырудың ұсынылған әдістерінің экономикалық тиімділігіне баға беру.

**Ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен ұсынымдардың негізділігі мен дұрыстығы:** Электротехниканың теориялық негіздері, релелік қорғаныс және апатқа қарсы автоматиканың іргелі ережелерін сауатты пайдалану, сенімділік теориясы, алгебра логика және релелік құрылғылар теориясы, сондай-ақ халықаралық конференциялардағы баяндамалардың апробациясы және Қазақстан мен Ресейдің 5 авторлық куәлігін алу арқылы расталады.

**Жұмыстың ғылыми жаңалығы:**

1. Трансформаторлар резервін автоматты түрде қосу әдісі ұсынылған (патенттелген), ол қолданыстағы құрылғылардан айырмашылығы, қосымша РАҚ құрылғысын енгізу және ыстық резервке қосымша секциялық Ажыратқышты енгізу болып табылады. Осы әдісті қолданатын құрылғының жұмыс істеу алгоритмі және оның моделі жасалды.

2. Сақтандырғыштары бар АҚҚ трансформаторларының екі тәсілі әзірленді (патенттелді), олар жанған кезде ажыратқыштар мен қысқа тұйықтағыштардың көмегімен оларды автоматты түрде ауыстыруға мүмкіндік береді. Осы әдістерді жүзеге асыратын құрылғылар ұсынылған.

3. Электр энергиясын беруге арналған тәсіл мен құрылғы әзірленді (патенттелді), онда жұмыс ажыратқышына параллель желілер қосымша ыстық резервке орнатылады, ол жұмысшыны қосу істен шыққан кезде автоматты түрде қосылады.

**Жұмыстың жаңа ғылыми нәтижелері**

1. Трансформаторлардың РАҚ әдісі әзірленді, ол РАҚ және секциялық ажыратқыш құрылғысы істен шыққан кезде қоректенуін жоғалтқан тұтынушыларды басқа көзге ауыстыруды қамтамасыз етеді.

2. Алғаш рет сақтандырғыштары бар трансформаторлардың АҚҚ екі әдісі және оларды жүзеге асыратын құрылғылардың жұмыс істеу алгоритмдері жасалды.

3. АҚҚ желілерінің тәсілі мен құрылғысы оларды қосу сенімділігін арттыру есебінен электр энергиясының кем шығуын төмендетуге мүмкіндік беретін әзірленді.

**Ғылыми нәтижелердің практикалық маңыздылығы**

1. Трансформаторлардың РАҚ ұсынылған әдісі жоғары сенімділікпен РАҚ құрылғыларының сұлбаларын құруға мүмкіндік береді.

2. Жоғары кернеу жағынан сақтандырғыштары бар трансформаторлардың АҚҚ-ның әзірленген тәсілдері жанып кеткен сақтандырғыштарды қосалқы сақтандырғыштарға автоматты түрде ауыстыруға мүмкіндік береді.

3. Трансформаторлардың РАҚ және АҚҚ құрылғыларының жұмыс істеу алгоритмдерін алгебра-логика функциялары түрінде жазу оларды кез-келген табиғат элементтерінде орындауға мүмкіндік береді.

**Жұмыстың практикалық құндылығы:**

1. Трансформаторлардың РАҚ ұсынылған жаңа тәсілі блоктық типтегі электр станцияларының өз қажеттіліктері үшін РАҚ схемасының сенімсіздігінен болатын зиянды 2 есе азайтуға мүмкіндік береді.

2. Сақтандырғыштары бар трансформаторлардың АҚҚ тәсілдері алғаш рет оларды автоматты ауыстыруды қамтамасыз етеді. Бұл 110 кВ кернеуі 25 - 63 МВА трансформаторларының АҚҚ схемаларын жобалау кезінде шығындарды тиісінше 16 - 37% - ға төмендетуге мүмкіндік береді.

3. 220-500 кВ кернеулі АҚҚ желілерінің әзірленген тәсілі мен құрылғысы 23, 44 және 58%-ға 200 МВт, 500 МВт және 800 МВт блоктары бар АҚҚ жобалау кезінде генератор-трансформатор-желі схемаларында тұтынушыларға энергия беру кезінде экономикалық әсер әкелуі мүмкін.

**Қорғауға ұсынылады:**

- трансформаторлардың РАҚ жаңа тәсілі және оны іске асыратын құрылғы;

- сақтандырғыштары бар трансформаторлардың АҚҚ тәсілдері мен құрылғылары.

- АҚҚ желісінің жетілдірілген тәсілі;

- ұсынылған әдістердің экономикалық тиімділігін есептеу нәтижелері.

**Жұмыстың апробациясы.** Диссертацияның негізгі ережелері жас ғалымдардың, магистранттардың, студенттер мен оқушылардың «XX Сәтпаев оқулары» Халықаралық ғылыми конференциясында (Павлодар, 2020), XXXVII халықаралық ғылыми-практикалық «Техникалық ғылымдар: мәселелер мен шешімдер»конференциясында (Мәскеу, 2020) баяндалды. Жұмыс толық көлемде КЕАҚ "Торайғыров университеті"Электр энергетика кафедрасының кеңейтілген отырысында туралы баяндалды.

**Жарияланымдар.** Зерттеу нәтижелері 7 ғылыми еңбекте, оның ішінде: Қазақстан Республикасының 2 патенті және Ресей Федерациясының 3 патенті, халықаралық конференциялар материалдарында 2 жарияланым, оның 1-уі шетелдік. Бірлескен авторлықтағы жарияланымдарда автордың жеке үлесі кемінде 60% құрайды.

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.** Диссертация кіріспеден, үш бөлімнен және қорытындыдан тұрады. Жұмыс компьютерлік мәтіннің 72 бетінде баяндалған, 17 кесте, 12 сурет бар. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 85 атаудан тұрады.

**«Электрмен жабдықтау жүйелеріндегі автоматты қайта және резервтік іске қосу құрылғылары» бірінші тарауында** белгілі РАҚ және АҚҚ құрылғылары және олардың кемшіліктері, сондай-ақ аварияға қарсы автоматика құрылғыларының сенімділігі қарастырылған. Бұл атап өтілді:

1. Барлық жаңадан жасалған РАҚ және АҚҚ құрылғылары олардың техникалық жетілдірілуін арттыруға бағытталған. Бұл ретте олар іске қосылу сенімділігінің ең нашар көрсеткіштері бар релелік қорғаныс және автоматика құрылғыларының ондығына кіреді. РАҚ және АҚҚ құрылғыларының аппараттық сенімділігін арттыруға байланысты жарияланымдар жоқ.

2. Көбінесе кернеуі 6 (10) кВ жалғыз трансформаторларды қорғау үшін трансформаторлық қосалқы станцияның ең қарапайым және арзан қорғанысын қамтамасыз ететін сақтандырғыштар қолданылады. Алайда, жанып кеткен сақтандырғыштарды ауыстыру үшін ұзақ уақыт қажет, бұл операцияны әлі ешкім автоматтандыра алмады.

3. Қазіргі уақытта релелік қорғаныс және автоматика (РҚА) құрылғыларының жұмыс істеу сенімділігіне көп көңіл бөлінуде. Жұмыс сенімділігі аппараттық құралға байланысты, бұл компоненттердің сенімділік деңгейіне байланысты. Құрылымдық резервтеу сияқты сенімділікті арттыру әдісі аппараттық құралдың сенімділігін арттырады. Соңғысының экономикалық тиімділігін бағалау үшін электрмен жабдықтау схемаларының сенімділігін есептеудің кестелік-логикалық әдісін қолданған жөн.

**«Трансформаторларға арналған резервті автоматты қосу құрылғыларының сенімділігін арттыру» екінші тарауында** трансформаторларға арналған РАҚ әдісі ұсынылған. Әдіске сәйкес РАҚ құрылғысының іске қосылу шартының (алгоритмінің) ауызша сипаттамасы тұжырымдалған. Жұмыс істеу алгоритмі логика алгебрасының символдарында жазылған.

Осы алгоритм бойынша РАҚ трансформаторларының жаңа құрылғысы ұсынылды. Оны іске асыру және құрылғы схемасы егжей-тегжейлі қарастырылады.

Есептеулер нәтижелері (кестелік-логикалық әдіс бойынша) ұсынылған, бұл РАҚ әдісін электр станциялары мен "Мостиктің"жеке қажеттіліктері схемаларында қолданудың орындылығын дәлелдейді. Мыналар көрсетілген: а) трансформаторлардың РАҚ әзірленген тәсілі, белгілі әдістерден айырмашылығы, жұмыс СА қосу немесе РАҚ құрылғысын іске қосудан бас тарту кезінде тұтынушыларды резервтік қуат көзіне қосуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді; б) алгебра-логиканы қолданудың арқасында осы әдіс бойынша құрылған құрылғының жұмыс істеу алгоритмін табиғаттың кез келген элементтерінде іске асыруға болады; в) әзірленген тәсіл қуаттылығы 500 және 800 МВт ЖЭС ө.қ. РАҚ схемасын жобалау кезінде реконструкциялау кезіндегі залалды және шығындарды тиісінше 14, 57 және 46, 69% - ға және қуаттылығы 40 МВА трансформаторлары бар "көпір" схемасында тұрақты жедел персонал болмаса, 79 және 81% - ға азайтуға мүмкіндік береді.

**«Сақтандырғыштары бар трансформаторларды автоматты түрде қайта қосу әдістерін әзірлеу» үшінші тарауында** сақтандырғыштары бар трансформаторлардың АҚҚ екі әдісі қарастырылған. Трансформаторлардың АҚҚ бірінші әдісі – сөндіргіштерді қолдана отырып, жарылған сақтандырғыштарды қосалқы сақтандырғыштарға автоматты түрде ауыстыру, екіншісі-қысқа тұйықтағыштарды қолдану. Екі әдіс үшін де жұмыс шарттары ауызша сипаттама түрінде және логикалық алгебраның символдарында тұжырымдалған. Осы әдістерді жүзеге асыратын құрылғылардың жұмыс істеу алгоритмдері ұсынылған.

АҚҚ желілерінің тәсілі және оны іске асыратын құрылғы ұсынылған. Бұл әдіс, белгілі әдіске қарағанда, ыстық резервтегі жұмыс орнына параллель орнатылған қосалқы құралдың арқасында жұмыс қосқышы немесе АҚҚ құрылғысы істен шыққан кезде электр энергиясын беруді қамтамасыз етеді.

Трансформаторлар мен желілердің АҚҚ тәсілдерін пайдаланудың техникалық-экономикалық тиімділігінің есептері келтірілген. Есептеулер нәтижелері бойынша (кестелік-логикалық әдіс бойынша) біз ұсынған АҚҚ схемаларында сақтандырғыштар мен сызықтары бар трансформаторлар дәстүрлі схеманы қайта құру кезінде экономикалық нәтижеге қол жеткізе алмайды деп айтуға болады. Сақтандырғыштар мен желілері бар трансформаторлардың АҚҚ тәсілдерін жобалау кезінде мынадай схемалардағы шығындарды азайтуға мүмкіндік береді: 1) ТП 110/10 кВ трансформаторлардың қуаты 25, 32, 40 және 63 МВА, тиісінше 16, 23, 28 және 37% - ға; 2) генератор-трансформатор-желі (ГТЖ) тиісінше 23, 44, 58% - ға 200, 500 және 800 МВт блоктары бар желі.

**Жұмыс нәтижелері келесідей:**

1 Трансформаторлар резервін (РАҚ) автоматты түрде қосу әдісі ұсынылған, ол РАҚ құрылғыларын іске қосудан бас тартқан және секциялық Ажыратқышты қосудан бас тартқан кезде қоректенуін жоғалтқан тұтынушыларды резервтік көзге ауыстыруды қамтамасыз етеді. Бұған қосымша РАҚ құрылғысын дәстүрліге параллель қосу және ыстық резервке қосымша секциоциялық Ажыратқышты енгізу арқылы қол жеткізіледі. Кестелік-логикалық әдіс бойынша есептеу бұл тәсіл блоктарының қуаты 500 (800) МВт электр станцияларын жобалау кезіндегі шығындарды және қайта құру кезіндегі залалды тиісінше 57 (69) % және 14 (46) % - ға, ал "көпір" схемасында (жедел персонал болмағанда) 81 және 79% - ға азайтуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

2. Желілерді автоматты түрде қайта қосу (АҚҚ) әдісі мен құрылғысы ұсынылған. Қуаты 200, 500 және 800 МВт генератор-трансформатор-желі блоктарын жобалау кезінде оларды пайдаланудың экономикалық тиімділігі 23, 44, 58% - ға жетеді.

3. Алғаш рет сақтандырғыштары бар АҚҚ трансформаторларының әдістері мен құрылғылары Өрт шыққан кезде оларды автоматты түрде ауыстыруға мүмкіндік береді. Қуаты 25-63 МВА 110/10 кВ трансформаторлардың АҚҚ жобалаудағы экономикалық әсері тиісінше 12-67% - ды құрайды.

4. Барлық дамыған құрылғылардың жұмыс істеу алгоритмі, оларды құру кезінде алгебра-логиканы қолдану арқасында бұл құрылғыларды кез-келген табиғаттың логикалық элементтерінде қолдануға мүмкіндік береді.

5. Енгізуге ұсынылады: 1) блоктарының қуаты 500 МВт және одан жоғары электр станцияларының ө.қ. схемасында және трансформаторлары 40 МВА "Мостик" схемасында трансформаторлардың АҚҚ тәсілі; 2) АҚВтрансформаторлары 40 ÷ 63 МВАсақтандырғыштары бар трансформаторлардыңкернеуі 110/10 кВ және АҚВ желілер кезінде 500 және 800 МВт блоктары бар генератор-трансформатор-желі схемаларында.