

Асхат Нұрланұлы Бергузиновтің 6D071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін жазылған «Жиынтық ток өткізгіштерде геркондарды бекітуге арналған конструкцияларды әзірлеу» атты диссертациясына

АҢДАТПА

Өзектілігі

Жоғары вольтты электр қондырғыларындағы токтар туралы ақпаратты алу үшін дәстүрлі түрде ток трансформаторлары қолданылады, олар металды көп қажет етеді (12÷120 кг болат пен мыс), білікті қанықтыру кезінде ақпаратты бұрмалайды және үзілу кезінде екінші қайталама тізбектерде жоғары кернеу тудырады. Осы кемшіліктерге байланысты XX ғасырда магнитке және сонымен қатар геркондарға сезімтал болып келетін элементтерге релелік қорғаныстың (РҚ) құрылғыларын орнату әрекеттері жасалған болатын, олардың РҚ орнату кезінде басқа элементтерге қарағанда кейбір артықшылықтары бар болып шықты. 2006 жылы Үлкен энергетикалық жүйелер (CIGRE) бойынша Халықаралық конференцияда ток трансформаторларын пайдаланбай РҚ құрылғыларын орнату мәселесі әлемдік электр энергетикасының ең бірінші шешілмеген міндеттерінің бірі ретінде аталып өтті.

Бұл кезеңде ғалым М.Я. Клецельдің қатысуымен және басқаруымен геркондардағы тоқтық, дифференциалдық және қашықтық қорғаныстарды құру принциптері әзірленген болатын. Оларды іске асыру үшін геркондарды электр құрылғы фазаларының ток өткізгіштеріне жақын бекіту қажет, сонымен қатар ол қауіпсіз қашықтықта болуы шарт және қорғаныс құрылғыларының реттелуін қамтамасыз етуі тиіс. Бекітуге арналған конструкцияларды жасау қажеттілігі 2009 жылғы CIGRE конференциясында да аталып өтті. Ашық ток өткізгіші бар электр қондырғылары үшін конструкциялар әлдеқашан пайда болды. Десекте, жиынтық ток өткізгішті электр қондырғылары үшін олар әлі жасалмаған.

Жоғарыда айтылғандардан түйіндейтініміз – жиынтық ток өткізгіштегі геркондарды бекітуге арналған конструкцияларды әзірлеу міндеті осы жұмыс барысында шешімін табуды көздеп отыр, ол мәселе өзекті болып табылады.

Зерттеу көлемі электр қондырғыларды геркондардағы қысқа тұйықталудан (ҚТ) қорғау болып табылады.

Зерттеу нысаны жиынтық ток өткізгіштерде ҚТ қорғауда геркондарды бекітуге арналған конструкциялар болып табылады.

Диссертация тақырыбының жалпы ғылыми (мемлекеттік) бағдарламалармен байланысы. Жұмыс CIGRE Халықаралық (Еуропалық) зерттеу комитетінің «Релелік қорғаныс пен автоматика» В5 ғылыми бағытына сәйкес орындалған.

Жұмыстың мақсаты – геркондарда РҚ құру үшін жиынтық ток өткізгіштерді қолдану мүмкіндігін анықтау және ток өткізгіш қаптамасының ішінде бекіту үшін конструкцияларды әзірлеу.

Зерттеудің мақсатына жету үшін келесі міндеттер қойылып, шешілді:

1. Жиынтық ток өткізгіштердің ішіндегі магниттік өрістің индукциясы шамасын анықтау.

2. Геркондардың істен шығу тоқтарында қысқа тұйықталу кезінде ток өткізгіштері ауытқуларының ықпалын анықтау (өткізгішке жақын орналасқан герконның түйіспелері тұйықталатын, өткізгіштегі ток).

3. Бір фазалы және үш фазалы қалқаны бар жиынтық ток өткізгіштердегі (ЖТӨ) геркондарды бекітуге арналған конструкцияларды әзірлеу.

4. Жабық галереяның қабырғаларына параллель бекітілген ток өткізгіштерде геркондарды бекітуге арналған конструкцияларды әзірлеу.

Нәтижелердің негізділігі мен нақтылығы мыналармен дәлелденеді: электр техникасының, релелік қорғаныс пен механизмдер және көліктер құрылымы негіздерінің, теориялық негіздерінің фундаменталды ережелерін сауатты қолданумен, мұқият орындалған эксперименталды зерттеумен және конференцияларда баяндама және журналдарға мақала беруді апробациялау.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы

1. Электр қондырғыларының әр түрлі режимдеріндегі герконға жиынтық ток өткізгіштің қаптамасы ішіндегі магнитті өрістің әсері зерттелген.

2. Геркондардың іске қосылу тоқтарына ҚТ кезінде ЖТӨ фазаларының өткізгіштеріне тербелістердің ықпалының алғаш рет бағасы берілді.

3. ҚТ-дан қорғаныс геркондарын ЖТӨ-де бекіту үшін 5 патенттелген конструкция ұсынылды, олар біріншісінде – қамыттың конструкциясының шина, пластиналарды қамтитын танымал түрлерінен бар болуымен ерекшеленеді, онда осы хомутпен бекітілген n геркондар мен енсіз жұқа тақтайшалар орнатылады, екіншісінде – пластинаның ортасына бекітілген енсіз жұқа тақтайшалар, магниттік экран мен пластинада саңылау арқылы өтетін екі бағана мен білік, үшіншісінде – пластинаны ішіндегі қалқанмен біріктіріп тұратын иілген енсіз жұқа тақтайшалар, төртіншісінде – ток өткізгіштің қабатына бекітілген, енсіз жұқа тақтайшалармен жылжыма бөлшектің екі жағынан шеттеріне бекітілген бағыттаушы төрткілдеш, бесіншісінде – ортасында пластинаға бекітілген шкаласы мен герконы бар үш дискі мен металл экран және экран мен енсіз жұқа тақтайшаларға бекітілетін, реттелетін күш.

Жұмыстың жаңа ғылыми нәтижелері

1. Көптеген нүктелерде қаптаманың ішіндегі магнит өрісі индукциясының мөлшері геркондардың іске қосылуына барынша жеткілікті екендігі дәлелденген.

2. ҚТ кезінде жиынтық ток өткізгіштерде фазалар өткізгіштерінің ауытқулары жұмыс режиміндегі жағдайларында геркондардың іске қосылу тоқтарына ықпал етпейді.

3. Электр құрылғыларын қысқа тұйықталудан қорғау геркондарын бекіту үшін жаңа конструкциялардың модельдері құрылған.

Ғылыми нәтижелердің практикалық маңызы:

1. ЖТӨ қаптама ішіндегі магнит өрісі индукциясының мөлшерін анықтау геркондардың сезімталдығы электр құрылғыларының релелік қорғанысын құруға жеткілікті екендігін көрсетті.

2. ҚТ кезінде фазалар өткізгіштерінің ауытқуларын анықтау геркондардағы қорғаныстың құрылғыларына ықпал етпейтіндігін көрсетеді.

3. Ұсынылған конструкциялар герконның жиынтық ток өткізгіштердің ішінде орналасуын қамтамасыз етеді, ол КЗ-дан қорғаныс сезімтал элементтерінің қызметтерін атқару үшін қажетті.

Жұмыстың практикалық құндылығы. Өнеркәсіпте шығарылатын геркон, ток трансформаторларын (ТА) пайдаланбай ақ, ЖТӨ-і бар электр қондырғыларын, ТЖ қаптама ішіне бекітіп, әзірленген құрылғылар арқылы қорғауын құру үшін қолдануға болатындығы дәлелденген. Бұл құрылғылар герконды шинаға қатысты тік және көлденең жазықтықта қозғалтып, берілген нүктеге орнатуға мүмкіндік береді, бұл геркондарда ТЖӨ-ні пайдаланбай-ақ қорғаныс тогының іске қосылуын реттеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар олар салмағы жағынан 40÷100 есеге жеңіл, көлемі жағынан 10÷25 есеге аз және ТА-ға қарағанда 8÷12 есеге арзан.

Қорғауға ұсынылады:

– жиынтық ток өткізгіштің қаптама ішіндегі магнит өрісін эксперименталды зерттеудің нәтижелері;

– жиынтық фазалық-экрандалған және үш фазалық ток өткізгіш кешендегі геркондарды бекітуге арналған конструкциялар, сонымен қатар жабық галереяның қабырғаларына параллель бекітілген ток өткізгіштер;

– ҚТ тоқтарындағы жиынтық ток өткізгіштің фазаларының өткізгіштерінің геркондардың іске қосылу тоқтарына тербелістерінің ықпалын анықтау нәтижелері.

Жұмыстың нәтижелерін іске асыру.

Жасалған конструкциясын қорғау үшін генератордың жиынтық ток өткізгішінде орнатылған 100 МВт құрылғыны енгізу үшін Павлодар қаласындағы ЖЭО-3 келісімі алынған.

Жұмыстың қабылдануы. Диссертацияның негізгі ережелері «Электртехникасы. Электроника. Энергетика» атты VII Халықаралық ғылыми конференцияда (Ресей Федерациясы, Новосібір қ., 2015 жыл) және екі Ресей мен екі Қазақстандағы халықаралық конференцияларда баяндалды.

Мақалалар. Жұмыстың нәтижелері талаптарға сәйкес келетін 15 ғылыми еңбекте баспада жарияланды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, үш тараудан, қорытынды мен төрт қосымшадан тұрады, компьютерлік мәтінде 90 бетте берілген, 40 сурет қосылған. Пайдаланылған әдебиеттер – 70.

Бірінші тарауда "Геркондардың релелік қорғауы" электр қондырғыларының дифференциалдық және белгілі дәстүрлі ток қорғауы, магнитке сезімтал элементтер түрлері, геркондардағы қорғаулар, сондай-ақ ашық ток өткізгіштері бар электр қондырғылары геркондарының релелік

қорғаныс қондырғыларын реттеу және бекіту үшін қажетті құрылғылар қарастырылды.

РҚ жүйелері сенімділігін арттыру үшін ТА кемшіліктері мен микропроцессорлық техникаға көшуге байланысты қайталану(соның ішінде ТА) принциптері пайдаланылуы тиіс екендігі мәлімделеді, ТА-ны пайдаланбайтын РЗ әзірлемелері өзекті, мысалы магнитке сезімтал элементтерге қатысты. Бұл мақсаттар үшін геркондарды қолдану негіздемесі жасалған.

ЖТӨ бар электр қондырғылары үшін мұндай әзірлемелер өзектілігі туралы қорытынды жасалды және геркондарда түрлі қорғаныстарды құрудың ұсынылған принциптерін жүзеге асыру жұмысының тежелуі бекітуге арналған құрылғылардың жоқтығы екендігіне назар аударылады

Екінші тарауда "Жиынтық ток өткізгіштері мен электр қондырғыларында қысқа тұйықталуларды анықтау үшін оларды пайдалану мүмкіндіктері" геркон көмегімен электр қондырғыларында қысқа тұйықталу анықтау үшін ЖТ-ны пайдалану мүмкіндіктері қарастырылды мүмкіндігі

Ток өткізгіштері қарастырылды. ЖТӨ қаптамасынан тыс магнит өрістері туралы белгілі мәліметтер келтірілген. Іс жүзіндегі эксперименттер нәтижесінде жинақталған ток өткізгішінің қаптама ішіндегі магнит өрісі дәлелденсе, ҚТ кезіндегі индукция Ресей өнеркәсіптері шығаратын, геркондардың іске қосылуына қажетті индукциядан айтарлықтай асып тұрады, демек, оларды РҚ құру үшін пайдалануға болады деген қорытынды жасалады.

ҚТ кезінде фазалардың пофазно-экрандалған ток өткізгішінің сымдарының электродинамикалық күшеюі есептелімі берілген. Көрсетілгендей, бұл ең жоғары майысуы (1,3 мм) ТЭКНЕ-20-12500-400-У1 типті ЖТ шиналары саққы тогы кезінде $i_{уд}=140$ кА және герконды 10-13 см қауіпсіз қашықтыққа орнатқан кезде, герконға әсер ететін магнит ағынын 1 % артық емеске өзгертеді, бұл қалыпты жағдай.

Үшінші тарауда "Жиынтық ток өткізгіштеріндегі геркондарды бекіту үшін ұсынылып отырған құрылғылар" Жиынтық ток өткізгіштеріндегі геркондарды бекіту үшін арналған қабырғаларына параллель бекітілген жабық галереялар және қалқаланаған фазалы-экрандалған және ток өткізгіштерге бекітілген геркондарды бекітуге арналған құрылғылар қарастырылды.

Қамыты бар құрылғыларды пайдалану мүмкіндігіне баға берілген. Құрылғының экономикалық тұрғыдан тиімділігі есебі жасалған. Ұсынылған құрылғылар сипатталған және келесі қорытындылар жасалған:

Ұсынылған құрылғылар герконды ЖТӨ қаптамасы ішіндегі ток өткізгіш шиналардан қауіпсіз қашықтықта бекітуге және герконды шинаға қатысты тік және көлденең жазықтықта қозғалтып, берілген нүктеге орнату немесе бірнеше герконды ток өткізгіш шинаға перпендикуляр жазықтығына орнату арқылы қорғау тағайыншамасын реттеуге мүмкіндік береді. Фазалы-экрандалған ток өткізгіштері үшін жасалған құрылғылар мен қалқандалған

ток өткізгіштерге арналған құрылғылар біршама тиімді (ТА-дан бірнеше есе арзан) болып табылады

Жұмыстың нәтижелері мыналарға саяды:

1. Магнит өрісінің индукциясы ҚТ-да жиынтық ток өткізгіштердің ішінде көптеген нүктелерде геркондардың іске қосылуына барынша жеткілікті екендігі дәлелденген, ал ҚТ-да фазалардың өткізгіштерінің ауытқулары бұл индукцияға еш ықпал етпейді.

2. Ұсынылған конструкциялар жиынтық ток өткізгіштердің ішіндегі есептік нүктелерде герконның бекітілуін қамтамасыз етеді.

3. Жиынтық ток өткізгіштерде ТА қолданбайтын қорғаныстардың құрылғыларын реттеу мен геркондарды бекіту үшін конструкция құру мәселесі шешілген.