

## №1 ДӘРІС

**1 апта – «Кіріспе. Электромагнитті өтпелі үрдістер туралы негізгі мәліметтер» (2 сағат).**

### **Дәрістің мазмұны:**

Электромагнитті өтпелі үрдістер туралы негізгі мәліметтерді толықтай түсіне білу.

### **1.1 Электромагнитті өтпелі үрдіс және қысқа тұйықталу**

Электрлік жүйенің жұмысының сенімсізділігі және жеке элементтері көп нәрсеге байланысты, сондықтан олар толық және дұрыс еске алынуы керек, өйткені қауыпты өтпелі үрдіс болады. Мысал ретінде электрлік машина құрылысының күрделігінде қысқаша тұйықталу кезінде өтпелі процесті еске алу. Машинаның қуаты аз болғанда және жұмсалатын материалдың шығынының экономдығын еске алғанда, оның конструкциясы нақты қорға ие болғандықтан қысқаша тұйықтылу тоғының механикалық және жылулық әсеріне қарсы болады. Қуаттың өсуіне қарай және материалды дұрыс қолдануға ұмтылғаннан кейін, конструкцияны сенімді жасау қалыпты жұмыс жасауға жеткілікті емес. Бұл жағдайда қысқаша тұйықталу кезінде машинада күрделі авария байқалады. Сондықтан конструктордың мақсаты авариялық режим кезіндегі қалыпты жұмысты қамтамасыз етуді қарастыру. Өтпелі процестің шарты электрлік машина жүйесінің параметрінің қоздырылуынан және байланыс желісінің автоматтандырылуынан болады. Техниканың өркендеуіне байланысты өтпелі процесті қарастыру үлкен роль атқарады. Бұл сонымен қатар электрлік жабдықтауға байланысты және электр энергиясын қолдануға да қатысты. Тұрақты параметрлі жүйедегі әртүрлі электромагниттегі өтпелі үрдіс мына жағдайда болады:

1) Жүйедегі қысқаша тұйықталуда, сонымен қатар қысқаша тұйықталу тізбегінің қосылуын, ажыратуын қайталау кезінде.

2) Жүйедегі жергілікті симметриялы еместіктің пайда болуы.

3) Синхронды машинаның қыздыру әсерін қадағаламау.

4) Синхронды машинадағы магнитті өрісті өшіру.

Қысқаша тұйықталу дегеніміз - жұмыстың қалыпты жағдайындағы қарастырылмаған фазалар арасындағы тұйықталу. Ол төрт сымды жүйедегі бір немесе бірнеше фазамен жер арасындағы тұйықталу болады. Бейтарап сым жерге қосылмаған жүйедегі немесе кезекті компенсациялық қондырғы арқылы жерге қосу және жерге бір фазамен тұйықталу жай тұйықталу деп аталады. Бұл кезде өтетін тоқтың зақымдануы жерге қарағандағы сыйымдылықты фазаға негізделген. Тұйықталған жерде бірнеше өтпелі кедергі пайда болады: ол электрлік доға кедергісінен және бір фазадан екіншіге тоқ өткен жол кедергісінен немесе фазадан жерге өту кедергісінен. Кей жағдайда өтпелі кедергі өте аз болуы мүмкін, яғни жоқ деп есептеуге болады. Мұндай тұйықталу металды деп аталады. Сондықтан есептеу кезінде, ең төменгі жағдайда металды тұйықталу есептеледі. Үш фазалы жүйедегі жерге қосу нейтралімен келесі негізгі қысқаша тұйықталу түрі бір нүктеде мынадай жағдайда болады:

а) үшфазалы,

б) екі фазалы,

в) бір фазалы,

г) екі фазалы жерге, яғни бір уақытта екі фаза өзара бір нүктеде жерге тұйықталады.

*Үш фазалы қысқаша тұйықталу* дегеніміз симметриялы, яғни фаза бірдей жағдайда болады. Көп жағдайдағы авариялық статистика мынаны көрсетеді: әр түрлі қысқаша тұйықталуға қарағанда жерге бекіту нейтралінің мынадай ықтималдығы болады:

үш фазалы – 5%,

екі фазалы – 10%,  
бір фазалы – 65%,  
екі фазалы жерге – 20%.

Сонымен көбінесе бір фазалы қысқаша тұйықталу өтеді және анда – санда үш фазалы қысқаша тұйықталу өтеді. Авария кезінде қысқаша тұйықталу бір түрінен екінші түріне өтеді (кабелді желідегі қысқаша тұйықталу) және қысқаша тұйықталу пайда болғанда бір уақытта үш фазаның симметриялылығы өзгереді. Мысалы: әуелік желідегі сым үзілген кезде бір ұшы жерге түседі (бір фазалы қысқаша тұйықталу), ал басқа ұшы оқшаулама болып қалады. Мұндай зақымдану түрі күрделі деп аталады. Зақымданудың күрделі түріне системаның әр түрлі нүктесіндегі бір уақыттағы қысқаша тұйықталу жатады. Мұндайға негізгі әр түрлі комбинация жатады. Зақымданудың бір негізгі түрі: бейтарап оқшаулану. Желінің әр түрлі нүктесіндегі нейтральда әр түрлі фазаның жерге тұйықталуы. Симметриялы үшфазалы тізбектің қысқаша тұйықталудан бөлек, бұзылуы болады.

Мысалы: ажыратылған аппараттың бір фазасындағы тізбектің үзілуі немесе осындай аппараттың бір фазасының ажыратылмауы, бір фазалы кезінде өтеді, симметрияның мұндай бұзылуы қума симметриялы емес деп аталады. қума симметриялы еместің симметриялы жүктемеден айырмасы немесе симметриялы емес қысқаша тұйықталу көлденең симметриялы еместі береді. Тәжірибе мынаны көрсетеді: зақымданудың көп бөлігінің болуы өтпелі болып табылады, яғни зақымдану өзі орнына келеді. Сондықтан ең көп тарағаны автоматты қайталағыш қосқыштары (АҚҚ), мысалы ауалық желіде 60- 80% АҚҚ жақсы қолданылады, ал желі мен трансформаторда > 80% көп. Қоздыру жағдайында кернеуді реттеу автоматты қондырғымен қамтамасыз етіледі (ҚАБ), ол машинаның қалыпты жұмысы бұзылғанға байланысты. өрісті сөндіру, яғни синхронды машинаны тез қоздыру, мысалы бір уақытта машина тоқ көзінен ажыратылғанда, синхронды машина орамы зақымдалады.

## **1.2 Қысқа тұйықталудың пайда болу жағдайы және қарастырылуы**

Жоғары айтылғандай электромагниттік өтпелі процестің пайда болу жағдайы қысқаша тұйықталу. Қысқаша тұйықталу электротехниканың қондырғыдағы оқшауламаның бұзылуына, оқшауламаның ескіруіне, асқын кернеуге, механикалық зақымдануға әкеледі. Электрлік жүйеде кездейсоқ қысқаша тұйықталудан басқа қысқа тұйықталу әсерінен алдын – ала көрінетін қысқаша тұйықталу болады. Бас трансформаторлық станция сұлбасындағы қысқаша тұйықталу пайда болу орнына және зақымданудың ұзақтығына байланысты. Оның әсері жергілікті сипаттамаға ие болады немесе барлық жүйенің жұмысына әсер етеді.

Мысалы: қысқаша тұйықталу тұйықталу нүктесінен алыс нүктеден қоректенетін генератордың номиналды тоғының бір ғана бөлігін құрайды және үлкен жүктеме ретінде қабылданады. Өте көп төмендеген кернеу қысқаша тұйықталу тоғына жақын болады, ал басқа алыс нүктеде кернеу өте аз байқалады. Ең қауіпті жағдай қысқаша тұйықталу нүктесіне жақын жерде байқалады. Аз жүктемелі фазадағы үзілу басқа жүйеге әсер ете қоймайды. Қысқаша тұйықталу тоғы, авариялық тармақта тоқты бірнеше есе көтереді, яғни тоқ жүретін элементтерде қосымша қыздыру туғызады және сым алынған шамасынан жоғары болады.

Қысқаша тұйықталу нүктесінде жылулық әсерден басқа әсіресе бастапқы өтпелі үрдіс кезінде механикалық әсер көп болады. Ол тұтынушылардың жұмысына әсерін тигізеді және кернеу шамасы 30 – 40% дейін төмендейді, яғни бірнеше секунд ішінде өндірістегі қозғалтқышты тоқтатуға әкеледі, ал ол ауылшаруашылығына көп зиянын тигізеді. Сонымен қатар (1 санат) бірнеше өндірістерді электрмен жабдықтауда үзіліс болмауы керек. Қозғалтқыштың тоқтауы жүйенің статикалық тұрақтылығының

бұзылуына әкеледі. Қысқаша тұйықталу тоғын сөндіру кешіккен кезде оның ұзақтылығы электр жүйесінің тұрақтылығының бұзылуына әкеледі.

### **1.3 Қысқа тұйықталудағы есептеуді бекіту және оған сұраныс**

Электрлік қондырғыны пайдалану, жобалау және жүйенің көп техникалық сұрақтарды шешу жүйе үшін бірқатар есептеу жүргізіледі. Олардың ішінде электромагниттегі өтпелі процесті есептеу үлкен роль атқарады.

Электромагнитті өтпелі процесті есептегенде қарастырылған сұлбадағы токтың және кернеудің берілген жағдайға қарағанда өтпелі үрдіс кезінде барлық шамасы өзгереді. Есептің құрамына, оны шешу үшін мынадай есептеу енгізіледі.

- 1) Есепті құру, бағалау және электрлік тізбекті алу.
- 2) Тұтынушының авариялық режим кезіндегі, жұмыстық шартының пайда болуы.
- 3) Қысқаша тұйықталу кезіндегі жұмыстың шартына қарай аппараттарды және сымды таңдау.
- 4) Жобалау және релелік қорғағышты, автоматтандыру қондырғысын реттеу.
- 5) Байланыс желісіне ток көзін жеткізу қабылдағышының (ЭБЖ) әсерін анықтау.
- 6) Қорғағыштың жерге тартқышын жобалау.
- 7) Асқын кернеудегі қорғау разрядниктерінің сипаттамасын таңдау.
- 8) Синхронды машинаның қыздыру жүйесі.
- 9) Синхронды машинаның өрісін сөндірген кездегі қондырғының параметрі және бағасы.

10) Әр түрлі тәжірибе жүргізу.

11) Өткен аварияға тексеріс жасау.

Пайдалану кезіндегі кездесетін есепті шешудің негізгі мәні дегеніміз – қарастырылатын өтпелі процестің негізгі шартын еске алу. Бұл кезде үлкен дәлділік, жоба жасаған кезде жуық мәнге сәйкес келеді. Релелік қорғағышты және автоматика жобасын жасаған кезде есептеу дәлділігі өте жоғары болуы керек, яғни токтың, кернеудің фаза бойынша ығысуының жоғарғы, төменгі мәні есептеледі. Мысалы қысқаша тұйықталу кезіндегі алынған аппараттың тұрақтылығының қатынасына байланысты есептеу дәлділігі онша болмайды.

### **Пайдаланған әдебиеттер тізімі**

1. Абиатаева Р.Ш., Онгар Б. Электр энергетикадағы өтпелі кезеңдер: Оқу құрал. – Алматы: 2021. – 120 б. <http://surl.li/aidbm>
2. Шабад В.К. Переходные электромеханические процессы в электроэнергетических системах. М.: Академия, 2013.
3. В.Н. Сажин, К.К. Тохтибакиев, Кнь О.А. Электрэнергетикадағы өтпелі кезеңдер. 5В071800 – Электроэнергетика мамандықтары үшін дәріс жинағы.- Алматы: АУЭС, 2011, - 62 бет.
4. С.М. Силюк, В.А. Булат, Е.В. Булойчик. Сборник задач по дисциплинам «Электромагнитные переходные процессы» и «Переходные процессы в электроэнергетических системах», Минск 2010, - 73с.
5. Садырбаев, Ш.А. Методические указания к СРСП по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетике»: для студентов специальности 5071800-Электроэнергетика. Алматы: КазТК, 2013 г.
6. Утешкалиева Л.Ш. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Переходные процессы в электроэнергетике»: для студентов специальности 5071800-Электроэнергетика. Алматы: КазТК, 2012 г.

**Бақылау сұрақтары:**

1. Энергожүйелерде электромагнитті өтпелі процестің пайда болу себептері және олардың мүмкін болу салдары?
2. ҚТ негізгі түрлері және энергожүйелер элементтерінде пайда болу себептері?
3. ҚТ есептеулерінің мақсаты және реттілігі?
4. Генератор, қозғалтқыш және шексіз қуат көзімен тудырылатын ҚТ тоғының бастапқы мәнін қалай анықтайды?
5. Есептік қисықтар әдісі неге негізделген? Бұл әдістің қолдану аясы қандай?

**БӨЖ –ның тапсырмалары:**

1 Берілген нұсқалар бойынша орынбасу сұлбаларын тұрғызу тақырыбына есептер шығару