

№9 ДӘРІС

9 апта – «Электр жүйесінің статикалық тұрақтылығы» (2 сағат).

Дәрістің мақсаты:

Ығысу сұлбасын құру және оның параметрлерін есептеу, қысқа тұйықталу кезінде рұқсат етілуін есептеу. Қатыстық бірліктің жүйесі.

9.1 Электр берудің әсер етуін есепке алу немесе тұрақты токты айнымалы токпен біріктірілген жүйеде қысқа тұйықталуға қою

Симметриялы емес қысқа түйісулерде токтарды есептеу.

КЗ токтарын есептеуде әрбір құрама жүктемелердің әсерін ескеру керек, егер КЗ тогы сол жүктемемен бірге токтын 5%, КЗ тогымен белгіленген жүктемені ескермесек.

9.1.1 – кесте - Комплексті жүктеме элементтерінің параметрлері

Комплексті тұтынушылар жүктемелер	Мәні Эквивалентті ЭҚК	ccos j	Кедергі, салыст.бірл.	
			Тура қосылыс	Кері қосылыс
1 кВ-тан жоғары кернеулі синхронды қозғалтқыштар	1,074	0,9	0,04 + j0,15	0,04 + j0,15
1 кВ-қа дейінгі кернеулі синхронды қозғалтқыштар	1,079	0,9	0,03 + j0,16	0,03 + j0,16
1 кВ-тан жоғары кернеулі асинхронды қозғалтқыштар	0,93	0,87	0,01 + j0,17	0,01 + j0,17
1 кВ-қа дейінгі кернеулі асинхронды қозғалтқыштар	0,9	0,8	0,07 + j0,18	0,07 + j0,18
Шамды қызарту	0	1,0	1,0	1,33
Газ санатты шамдардың қайнар көзі	0	0,85	0,85 + j0,53	0,382 + j0,24
Түрлендіргіштер	0	0,9	0,9 + j0,45	1,66 + j0,81
Электртермиялық қондырғылар	0	0,9	1 + j0,49	0,4 + j0,2

9.1.2 – кесте - Жалпы жүктеме түйіндерінің параметрлері

Узел, №	СД АД АДН П ЭТ О						Кернеулі жүктеме түйіндерінің параметрлері, кВ		
							6-10		35-110
							$\frac{Z}{*} \text{нг(ном)}$	$\frac{E''}{*} \text{нг(ном)}$	$\frac{Z}{*} \text{нг(ном)}$
1	100	-	-	-	-	-	0,04 + j0,15	1,11	0,04 + j0,25
2	-	100	-	-	-	-	0,03 + j0,17	0,936	0,03 + j0,27

3	25	10	40	10	11	4	0,3 + j0,43	0,865	0,04 + j0,54
4	50	10	15	-	-	25	0,1 + j0,33	1,03	0,15 + j0,43
5	-	-	35	-	-	65	0,17 + j0,23	0,788	0,2 + j0,34
6	50	50	-	-	-	-	0,02 + j0,2	1,0	0,02 + j0,31

Қолданулар. Кестеде келесі белгіленулер көрсетілген:

СД – 1 кВ кернеуден жоғары синхронды электр қозғалтқыштар;

АД -1 кВ кернеуден жоғары асинхронды электр қозғалтқыштар;

АДН - 1 кВ кернеуге дейінгі асинхронды электр қозғалтқыштар;

П - түрлендіргіштер;

ЭТ – электротермиялық қондырғылар;

О –жарық түсіру.

9.1.3 – кесте - Комплексті жүкті тиеу типтік құрамы

№ п/п	Халық шаруашылық саласы	Комплексті жүктеме тұтынушылардың құрамы						
		СД жоғары- вольтті.	АД жоғары- вольтті.	АД төмен - вольтті.	Электірлік жарықтандыру	Электр термиялық қондырғылар	Электр пісірулі құрылғылар	Түрлендіріс
	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Қара металлургия	25	8	29,5	2,5	22	3	10
2.	Түсті металлургия	10	5	27,5	1,5	10	-	46
3.	Тау-кен рудалы	21	21	47	5	-	-	-
4.	Химия*	35±7	15±6	29±8	2±0,4	3±0,2	1±0,05	10±2
5.	Ауыр транспорттық және энергетикалық машина жасау	10	8	47	7	20	5	3
6.	Электртехника лық Ауыл	7	8,5	36	6,5	36	4	2
7.	шаруашылық машина жасау	5	4	38	5	42	6	-
8.	Автомобиль жасау	9	10	48	5	19	3	6
9.	Машина жасау	8	5	52	5	13	14	3
10.	Коммуналды- тұрмыстық (үлкен қала)	50	10	15	25	-	-	-
11.	Мұнай шығару	3	48	30	5	-	-	-
12.	Электр күші	-	-	5	5	-	-	90
13.	Целлюлозалы- қағазды	8	12	75	8	1	-	-
14.	Мұнай өңдеу	26	18	50	2	-	-	-
15.	Тұрмыстық	-	-	35	65	-	-	-
16.	Газды, кеменгер, келтіру	-	98	-	2	-	-	-
17.	Газды синхронды	98	-	-	2	-	-	-

18.	Ауылшаруашылық келтіру	-	-	70	30	-	-	-
19.	Жеңіл	-	-	78	12	5	-	-
20.	Шахталы көмір өндіру	4	7	67	15	-	-	7
21.	Ашық түрде көмір өндіру	60	-	30	5	-	-	-
22.	Тамақтық	-	-	91,5	6	1,5	-	1
23.	Аспап жасау	-	-	61	10	28	-	1
24.	Энергетикалық жүйе 1	7	4	56	20	3	-	3
25.	Энергетикалық жүйе 2	22	11	38	9	4	-	12
26.	Энергетикалық жүйе 3	15	11	32	20	7	-	15

Комплексті жүктемеге қатысты КЗ тогын есептеу әдісі шығарылған сызбадағы нүктенің орын басу мен КЗ нүктесінің орналасуына байланысты.

Тармдалған есеп айыру схемасы жанында статикалық тұтынушылардың ықпалын ескермеуге болады. (түрлендіргіштер, электртермиялық қондырғылар және т.б.)

КЗ тогын периодты құрайтын бастапқы мәнін, соққы тогын, және де синхронды және асинхронды электр қозғағыштардың белгілі бір уақыттағы КЗ тогын периодты құрайтынын есептеу керек.

КЗ-ті жалпы кедергімен әр түрлі тұтынушылар үшін үш фазалы КЗ тогын есптегенде двигательдердің әсерін және жүктеменің статикалық көрсеткіштерін қолдану керек:

$$\dot{I}_{п0нг} = \dot{E}''_{нг} / (Z_{нг} + Z_{вш}) \quad (9.1.1)$$

мұнда $\dot{E}''_{нг}$ және $Z_{нг}$ -нәтижелі ЭҚК және жүктеме түйінінің кедергісі. Олардың мәндерін 9.1 немесе 9.2 кестедегі тұтынушылардың салыстырмалы құрамының тәуелділігіне байланысты анықтауға болады.

$Z_{вш}$ - КЗ түйініне дейінгі сыртқыкедергі.

Кез келген мқменттергі КЗ тогын құрайтын аperiodикалық мәнді және КЗ соққы тогын 9.3 және 9.4. көрсеткіштері бойынша анықтау керек.

Электр қозғалтқыштары мен түйіннің статикалық салмағын ескере отырып, еркін момент уақытындағы КЗ тогының периодты мәнін былай есептеуге болады:

$$I_{ntнг} = I_{ntд} - I_{ст} \quad (9.1.2)$$

мұндағы $I_{ntд}$ -электр қозғалтқышты ескере отырып, еркін момент уақытындағы КЗ тогының периодты мәні. Ол лайықты типтік қисық қолданумен анықталады.

$I_{ст}$ - Статикалық тұтынушылардың ККЗ дейінгі жиынтық тогы.

Жалпы жүйелі кедергіні және түйіннің жалпы кедергісін есептегенде мына формуланы қолданамыз:

$$\dot{I}_{\text{п0к}} = \frac{(\dot{E}_c Z_{\text{нг}} + \dot{E}_{\text{нг}}'' Z_c)}{Z_c Z_{\text{нг}} + Z_c Z_k + Z_{\text{нг}} Z_k} \quad (9.1.3)$$

мұндағы \dot{E}_c және $\dot{E}_{\text{нг}}''$ - түйін жүктемесіне және жүйеге байланысты ЭҚК Z_c -жүйе жағынан құрама түйін шиналарына дейінгі нәтижелі кедергі (9.14, г сурет);

$Z_{\text{нг}}$ - Жүкті тиеу эквиваленттік кедергісі, оның қосу шынжырын қоса,
 Z_k - элементтердің эквиваленттік кедергісі, КЗ аралық нүктесі мен жүкті тиеу түйіні шиналарымен.

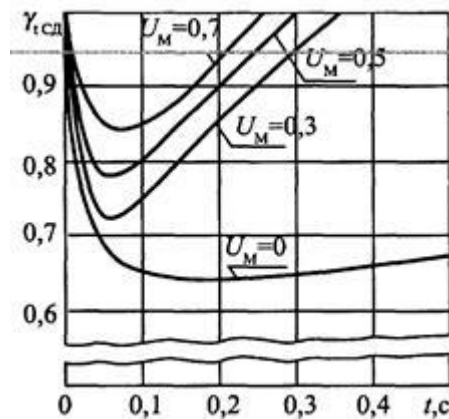
Жүкті тиеу түйінінен периодты КЗ тогын құраушының бастапқы мәні:

$$\dot{I}_{\text{п0нг}} = \frac{(\dot{E}_{\text{нг}}'' - \dot{U}_M)}{Z_{\text{нг}}} \quad (9.1.4)$$

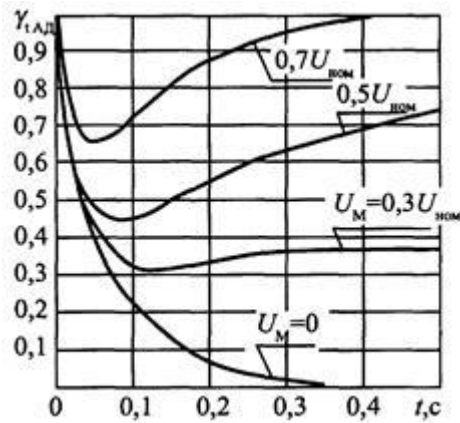
мұндағы \dot{U}_M - М нүктесінің кернеуі:

$$\dot{U}_M = \dot{I}_{\text{п0к}} Z_k \quad (9.1.5)$$

Салыстырмалы белгілі бір уақыттағы периоды КЗ тогының мағынасын электр қозғағыштардың әсерін ескере отырып (9.25) формуласымен есептеді, ал $g_{\text{тсд}}$ и және $g_{\text{тад}}$ коэффициентерін М нүктесіндегі кернеу мәніне байланысты, 9.15 және 9.16 суреттердегі қисық бойынша есептейді.



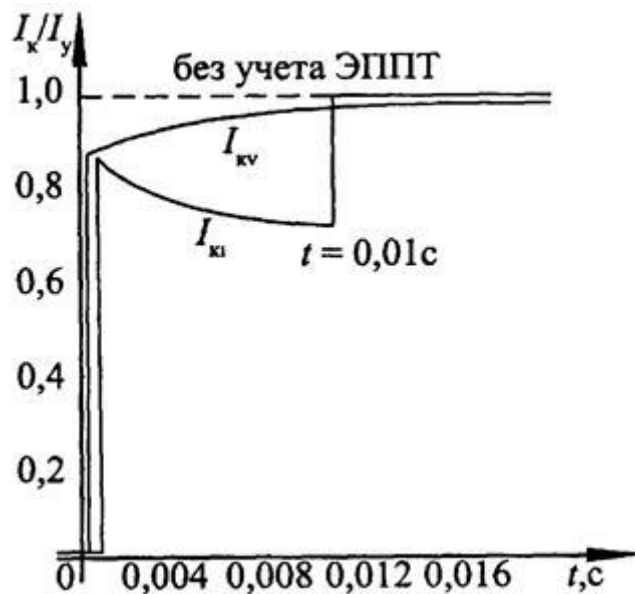
9.1.1 - сурет - Синхронды электр қозғалтқыштардың есеп айыру қисықтары



9.1.2 - сурет - Асинхронды электр қозғалтқыштардың есеп айыру қисықтары

Электр беріліс немесе тұрақты ток қоспаларын қысқа тұйықталу тогына қосылысты жүйелердегі айнымалы токқа қойғанда оның ықпал етуін есептеу

Тұрақты ток электрлік беріліс ықпалын жасауы (ЭППТ) немесе ең үлкен тұрақты токтың КЗ тогына ауыспалы жүйелі тогының ең көп бөлігін бастапқы сатысында көп көрсетілген. КЗ түзеткіш жағында және КЗ инвертор жағында ЭППТ КЗ тогын кемітеді, инверторлы құрылғылар ауыспалы ток жүйесінің реактивті қуатты тұтынады.



9.1.3 - сурет - Зақым келу орнында айнала қоршаушы периодты токтардың өзгеруі

I_{kv} - КЗ үш фазалық өзгергіш ток сызықтарында түзеткіш аулалары;

I_{ki} - КЗ үш фазалық өзгергіш ток сызықтарында инвертор жүйесінде;

Қысқа тұйықталу ауыспалы токтың жүйесі түзеткіш құрылғыларының жағында және олар ЭППТның тоғын шақырады, сондықтан да соңғы КЗ тогының уақыт өтімімен әлсірейді. Өзгертілген амплитудадан периодтық ток I_{kv} сәйкес, амплитуда мәнінің түсу уақыты (егер $t = 0,01$ с) сәйкес.

Осыдан, мостық түзеткіштер зақымдалған ауыспалы жүйесінде зақымдалмайды. Сондықтан да оларды коммутационды аппаратураны тексеру кезінде КЗ ескермейді.

Қысқа тұйықталу ауыспалы ток жүйесі инверторлы құрылғылар жағында және олардың қайтадан қосылуын ЭППТ дағы ток, сондықтан да КЗ уақыт арасында күшейе түседі, ток I_{ki} зақымдалу орнына кемиді. Бұл моментте амплитудалық мағынаның

мағынасы осы токта, а болу ықтималдығы (КЗ манайында) – бұдан ерте, инвертолы мосттар жүйелі тіртібіне ешқандай кедергісі жоқ.

Осыдан, мосттық инверторлы ЭППТ, бұлар мостық түзеткіштер сияқты, зақымдалған жерді токпен ұрмайды және бұларды коммутационды аппаратурасы жүйелі ауыспалы ток КЗ шартына сәйкес.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. В.Н.Сажин, О.А. Кноль, Ш.Т.Дуйсенова. Электр энергетикадағы өтпелі процестер 5В071800 Электр энергетикасы және 5В081200 «Ауыл шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету» мамандығы бойынша оқитын студенттерге арналған дәрістер жинағы - Алматы: АЭЖБУ, 2012 - 62 бет.

2. Моделирование электромагнитных переходных процессов на ЭВМ: Метод. указания / Сост.: М.В.Шкаруба, А.Д.Эрнст. Омск, 2006. 19. Эрнст А.Д. Расчет токов короткого замыкания в электрических системах: Учеб. пособие / А.Д.Эрнст. Омск, 2009.

3. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А.А.Федоров, В.В.Каменева. М., 1984.

4. Жуков В.В. Короткие замыкания в электроустановках постоянного тока / В.В.Жуков. М., 2005.

5. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: Учеб. пособие / И.П.Крючков [и др.]; Под ред. И.П.Крючкова и В.А.Старшинова. М., 2005.

6. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах: учеб.пособие для вузов/ М-во образ. РФ. Новосибирский ГТУ. – Новосибирск – Москва: НГТУ, Мир, АСТ, 2003.

7. Буль О.Б. Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах и вопросы их проектирования

Бақылау сұрақтары

1. КЗ тогын қалай анықтаған жөн?
2. Комплексті жүктеме элементтерінің параметрлері;
3. Жалпы жүктеме түйіндерінің параметрлері;
4. Комплексті жүкті тиеу типтік құрамы қандай?
5. Тура қосылыстырдағы бастапқы жұмыс істеу мәнін анықтау қалай жүзеге асады?

БӨЖ –ның тапсырмалары:

- 1 Статикалық тұрақтылықтың бұрыштық сипаттамаларын анықтауға есептер шығару.