



**Коммерциялық
емес акционерлік
қоғам**

**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электр станциялары және
электр энергетикалық
жүйелері кафедрасы

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУ

5B071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша оқитын
студенттері
үшін курстық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқау

Алматы 2018

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: С.Е. Соколов, Е.К. Умбеткулов, Е.Г. Михалкова. 5В071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша оқитын студенттері үшін курстық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқау. Алматы: АЭЖБУ, 2018. – 21 бет.

Ұсынылған жұмыста «Электр станцияларын жобалау» пәні бойынша курстық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырма нұсқасы келтірілген.

Без. 11 , кесте.1, әдебиет көрсеткіші.-8 атау.

Пікір беруші: т.ғ.к, ЭЖЭК кафедрасының меңгерушісі Тергемес Қ.Т.

«Алматы энергетика және байланыс университеті», коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2018 жыл жоспары бойынша басылады.

© «Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2018 ж.

Кіріспе

«Электр станцияларын жобалау» пәні бойынша курстық жоба 5B071800-Электроэнергетика мамандығының «Электр станциялары» мамандандырылуы бойынша оқитын студенттер орындайды. Бұл жұмыс «Электр станциялары және қосалқы станциялары», «Электр стансалары мен қосалқы стансалардың негізгі және көмекші электр жабдықтары» және «Электр станцияларын жобалау» пәндерін менгерудің қорытынды сатысы болып табылады. Бұл жұмыста аталған бірінші және екінші пәндер бойынша үш семестрлік жұмыста студенттермен келесі тақырыптар орындалды:

- жылу электр орталықтардағы (ЖЭО) генераторлардың түрін таңдау;
- ЖЭО құрылымдық сұлбаларын таңдау;
- жүктеме балансын құру;
- трансформаторлардың түрін, санын және қуатын таңдау;
- қысқа тұйықталу тоғын есептеу;
- жоғары кернеулі ажыратқыштар мен айырғыштарды таңдау;
- ЖЭО принципіалды сұлбасын орындау және жасау.

1 Курстық жобаның мақсаты мен міндеттері

Курстық жобаның мақсаты студенттерге алдын-ала алған білімдерін арқасында нақтылы есептерді өз бетімен шығарып үйренуді дамыту болып табылады. Бұл жұмыста конденсациялық станцияларды (КЭС) жобалаудың келесі сұрақтары шешілуі қажет:

- бас сұлбаны жасау;
- тарату құрылғының (ТҚ) сұлбаларын жасау;
- электр станцияларының өзіндік мұқтаждықтары (ӨМ);
- тұрақты ток қондырғылары.

2 Жұмыс көлемі мен мазмұны

Курстық жобада КЭС генераторларын және трансформаторларын таңдау, бас сұлбасын жасау және ТҚ сұлбаларын таңдау, қысқа тұйықталу тоғын есептеу және ажыратқыштарды, айырғыштарды және бір жоғарғы кернеуде жинақтау шинасын таңдау, өлшеуіштік трансформаторларды және өлшеуіш аспаптарды таңдау, өзіндік мұқтаждық сұлбасын өңдеу және тұрақты ток құрылғысын таңдау керек. Түсіндірмелік жазба 35-40 бет көлемінде АУЭС стандартына сәйкес орындалады [18]. Жазбада қысқаша түрде барлық есептеулер, негізгі жағдайлар мен қабылданған шешімдер келтірілуі қажет.

Форматы А1 жеке бетінде электр сұлбалары стандартына сәйкес КЭС-тің бірсызықты сұлбасы орындалуы керек.

3 КЭС құрылымдық сұлбасы

КЭС тарихтан мемлекеттік аудандық электрстанциялар (МАЭС) атауына ие. Олар номиналды кернеуі 10,5-24 кВ және қуаты 100, 200, 300, 500 және 800 МВт (1200 МВт турбоагрегат бар) агрегаттармен жобаланады. Көптеген салынған КЭС негізгі агрегаттардың қуаты 300-500 МВт-қа дейін болады. Олар ЖЭО-мен бірге электр энергетиканың негізін құрайды және олардың үлесіне орнатылған қуаттың және өндірілген электроэнергияның ~70%-ы тиесілі.

КЭС отын және су көздерінің қасында, электрэнергия тұтыну көздерінің орталықтарынан 100-300 км және одан да көп қашықтықта орналастыруға тырысады. ӨМ шығынын ескергендегі КЭС-ның барлық қуаты, жоғары кернеу (110 кВ және одан жоғары) тораптарына беріледі. Электрстанциялардағы есептік істен шығуды ескеріп, энергожүйедегі параллелді жұмыс істеу тұрақтылығын сақтау шартына сәйкес КЭС генераторларының қуатын, неғұрлым үлкейтіп таңдайды [1], яғни:

$$\Delta P \leq \Delta P_{дон} \quad (3.1)$$

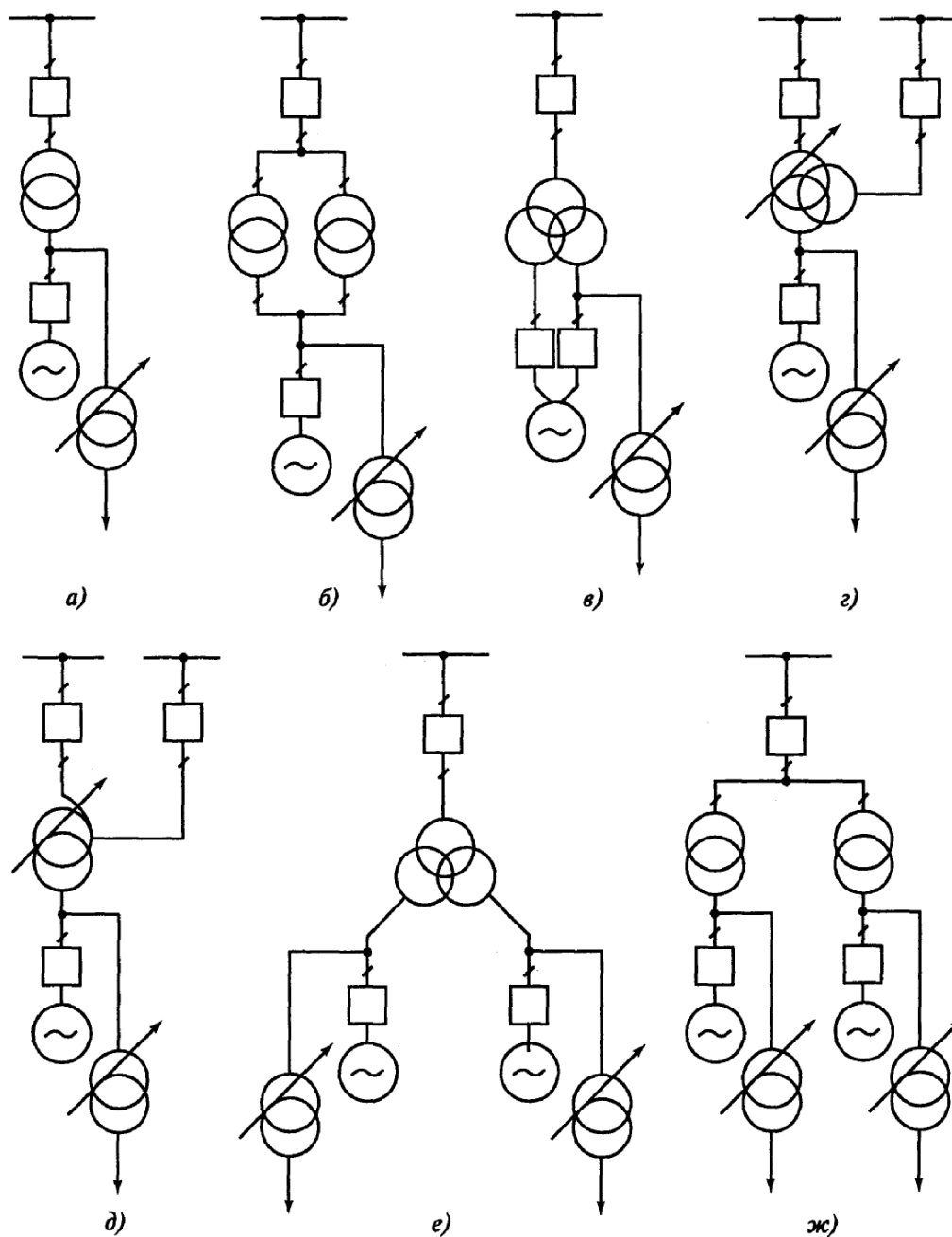
мұнда ΔP - есептік істен шығудағы өндірілген қуат шамасының төмендеуі;

$\Delta P_{дон}$ - тұрақтылық шарты бойынша шекті мән.

Ереже бойынша, КЭС-да жоғары кернеулі ТҚ саны екіден аспайды. Оның бірі орта кернеулі, жергілікті аудан тұтынушыларын электрэнергиясымен қамтамасыз етеді, ал келесі, жоғары кернеулі – электрстанция қуатын жүйеге беру үшін қолданылады. КЭС агрегаттарының бірлік қуаттары, олардың құрылымдық сұлбасын блоктік принцип бойынша қарастырылуын талап етеді. Осыған орай генераторлық кернеу тізбегінде қысқа тұйықталу тоғының қолданбалы деңгейі қамтамасыз етіледі.

Генераторларды көп жағдайларда жоғарлатқыш трансформаторлармен бірлік блок сұлбасы бойынша жалғайды. Бұл 3.1 суретте келтірілген. Генератор тізбегінде генераторлық ажыратқыштарды (немесе жүктеме ажыратқышы) – энроблоктардың сенімділігін қамтамасыздандыратын қосымша тізбектік элементтерді орнатады. Бір жағынан, генераторлық кернеу жағынан сенімділігі төмен жоғарғы кернеу жағындағы ажыратқыштың коммутация саны азаяды. Сонымен қатар, генераторлық ажыратқыштарды орнату ӨМ жұмысшы трансформаторларынан, блокті қосып ажыратуға мүмкіндік туғызады. Бұл ӨМ жүйе сенімділігін арттырады сонымен қатар жұмысшы және резервтік трансформаторлар қуатын бірдей алуға мүмкіндік жасайды. Генераторлық ажыратқыштарды қолданудағы тиімді сапа саны артығырақ деп болжайды.

Қажетті қуаттағы блок трансформаторын дайындау қиындығы кезінде, қуаттары төмен екі блокты трансформатор сұлбасы қолданылады (3.1,б суретін қараймыз).



3.1 сурет - Блокты сұлбалардың нұсқалары

Қуатты энергоблоктарды, мысалы, қуаты 1200 МВт, генератордың параллельді орамаларын трансформатордың тарамдалған орамаларына коммутациямен қосады (3.1,в суретті қара).

Блоктың, жоғары кернеулі екі ТҚ – мен байланысы болса, онда 3.1, г және д суретінде келтірілген сұлбалар қолданылуы мүмкін. 3.1,г, суретіндегі яғни үшорамдық блокті трансформаторлы сұлба, бейтарап нүктесін жерлендіру режімі әртүрлі тораптарды 110-220/35/6-10 кВ байланыстыру үшін қолданылады. 3.1,д суретіндегі сұлбаны тиімді жерге қосылған тораптарға пайдалануға болады.

Автотрансформаторлы блокты сұлбаны қолдану кезінде (3.1,д суретті кара) екі принципалды сәттерді ескеру қажет. Біріншіден, автотрансформатор қуаты келесі шартты қанағаттандыру қажет:

$$S_{AT} \geq (S_{Г.НОМ} - S_{СНнб}) / k_{min} \quad (3.2)$$

мұнда $S_{Г.НОМ}$ - генератордың номиналды қуаты;

$S_{СНнб}$ - ӨМ-ғы ең үлкен жүктемесі;

k_{min} - типтік қуаттың коэффициенті [1,11].

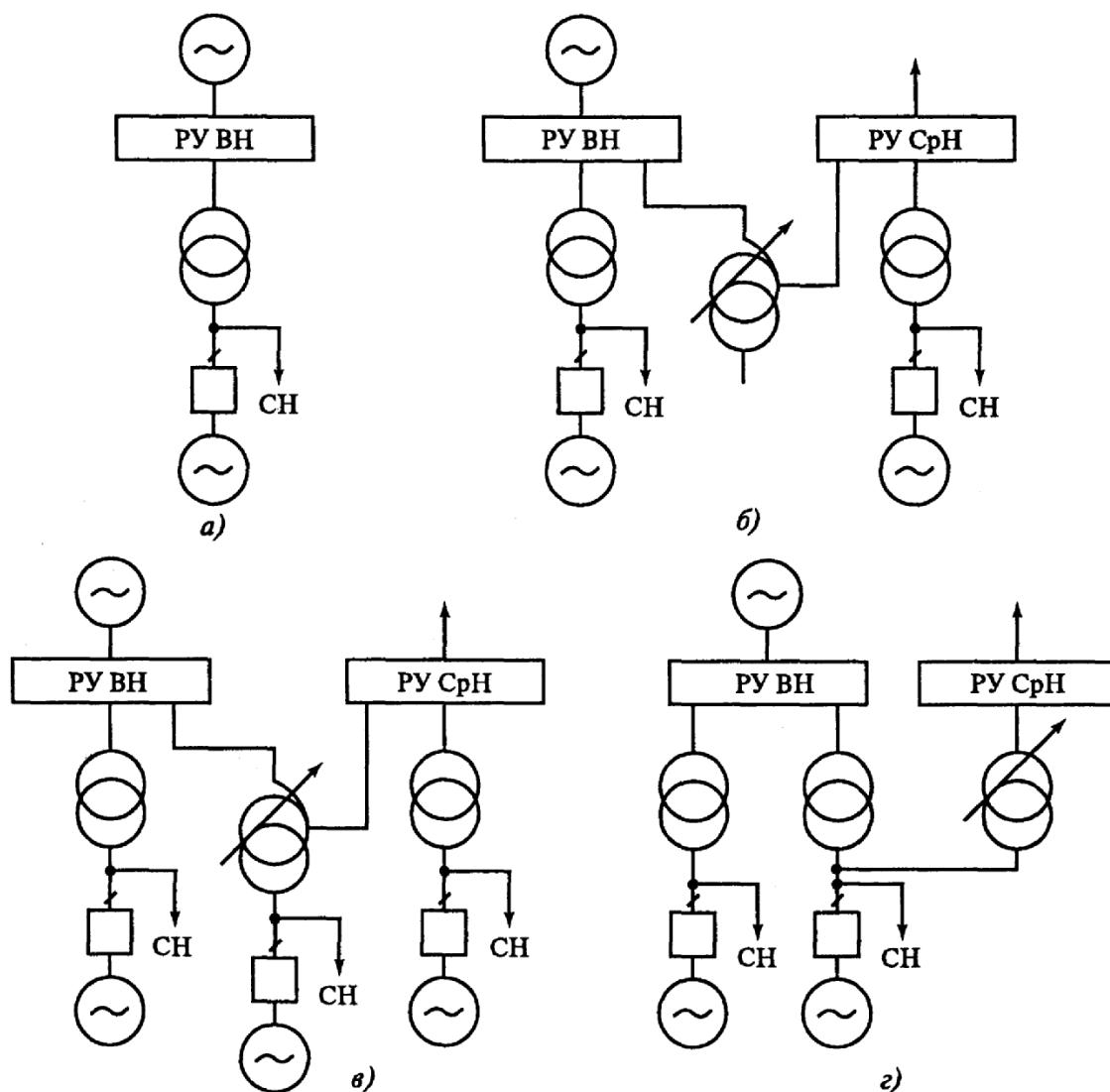
Екіншіден, автотрансформаторларды блокта қолдану тек келесі жағдайда ақталады, егер төменгі кернеу торабынан жоғары кернеу торабына берілетін қуаттан басқа, орта кернеу торабынан жоғары кернеу торабына берілетін тұрақты қуат ағыны болуы керек. Қарсы жағдайда автотрансформатордың жалпы орамдарынан шекті жүктеме шарты бойынша номиналды қуаты толық пайдаланылмай қалады.

Жоғары кернеулі ТҚ қосылу санын үнемдеуге ұмтылу ірілендірілген (3.1,е суретін қараймыз) немесе біріктірілген (3.1,ж суретін қараймыз) блокты сұлбаны қолдануға алып келеді. Блоктарды ірілендіру немесе біріктіру (3.1) критеріімен анықталады. 1,е суретіндегі сұлба жеткілікті түрде иілгіш емес, өйткені блоктық трансформаторды жөндеу және оның апаттық жағдайы бірден көбірек турбогенераторлардың жұмыс режимін анықтайды. Жылу электр станциясында, белгіленген қуаттың жұмыс істеу уақыты көп болса (5500-6500ч), ол тәжірибе түрінде кездеспейді және арнайы тексеруді талап етеді. 3.1,ж суретіндегі сұлба қуаты 800 МВт-қа дейінгі блоктарды біріктіруге қолданады.

КЭС құрылымдық сұлбалары 3.2, суретінде көрсетілген, мұнда блоктар және (авто)трансформаторлар саны шартты түрде көрсетілген. Егер электр станция қуаты бір жоғары кернеуде көрсетілсе, онда барлық блоктар осы кернеу арқылы ТҚ-на қосылады (3.2,а суретін қараймыз). Екі жоғары кернеулі ТҚ-на және тиімді жерлендірілген тораптарда 3.2,б суретінде көрсетілген сұлба алынады. Бұл құрылымдық сұлбаның неғұрлым кеңінен таралған нұсқасы деп айтуға болады. 3.2,в суретіндегі сұлба неғұрлым сирек қолданылады. Бұл автотрансформаторлардың номиналды қуатын қолдану тиімділігімен байланысты (3.1,д суретінен сұлбаға түсініктемені көреміз). Егер орта кернеуде берілетін қуат, генератор қуатынан 15-20% -ға төмен болған жағдайда 3,2,г. суретінде көрсетілген сұлба қолданылады.

КЭС құрылымдық сұлбаларын таңдаған кезде энергоблоктар төменгі маневрлі екенін ұмытпау керек. Қыздыру, айналу жылдамдығын жеделдету, синхрондау және агрегаттар жүктемелерінің жинағы 3-12 сағ. уақыт аралығында болады, сонымен қатар, синхронизациядан кейінгі жүктеме жиынтығы – 0,5-1,5 сағ уақыт аралығында болады. Соған қоса, энергоблоқтың шекті жүктемесінің төмендігін ескеру керек (технологиялық минимум). Ол қазандық пешіндегі алаудың жану тұрақтылығымен

анықталады және блоктың номиналды қуатынан 30 (газмазуттық блоктар) 65%-ға (тозаң көмірлі) дейін жетеді.



3.2 сурет–КЭС-дің құрылымдық сұлбалардың нұсқалары

3.1 КЭС құрылымдық сұлбаларын таңдау мен негіздеудің әдістемелік жағдайы

Әдебиет деректеріне сәйкес [1-9] КЭС сұлбаларын негіздеу және таңдау үшін әдістемелік жағдайларды тұжырымдауға болады.

1) Электр станциясының құрылымдық сұлбасы әдетте екіден көп емес жоғары кернеулі ТҚ-ын қарастырады. Жоғары кернеуде электр станцияның жүйемен байланысы іске асырылса, орта кернеуде жергілікті ауданның электрмен жабдықталуы қамтамасыз етіледі, генераторлық кернеу төменгі кернеу сатысы болып табылады.

Есептерді ұйғару үшін неғұрлым қатаң есептік шарттарға бағытталуға тура келеді, мұнда қарастырылатын электр станцияда тек-қана жоғарлатылған кернеулі тораптар арасында (авто)трансформаторлық байланыс болады.

2) Қалыпты режимде жергілікті ауданды электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету үшін орта кернеулі ТҚ-на бірнеше блоктар жалғанады. Бұл мезгілде жоғары кернеулі ТҚ-мен электрстанция арасында (авто) трансформаторлық байланыс арқылы өтетін минималды қуат ағыны болуы керек. Басқа тең шарттарда бұл сұлба электроэнергия және қуат шығынын төмендетеді.

3) Блокты трансформаторлардың қуаты агрегаттардың барлық иелік қуатының берілуі шартымен таңдалынады. Турбогенераторлар қуаты және блоктық жоғарлатқыш трансформаторлар қуаты келісілген болуы қажет. Мысалы, турбогенераторлар қуаты (МВт) және блоктық трансформаторлар қуатының (МВА) қатынасы: 32/40; 63/80; 100/125; 200/250; 300/400; 500/630; 800/1000; 1000/1250; 1200/1600.

4) Электр станцияда ірілендірілген немесе біріктірілген блокты қондырғыларын қолдану тиімділігі (3.1) критеріі бойынша бағаланады.

5) Жоғары кернеулі ТҚ-мен станция арасындағы (авто)трансформаторлық байланысын таңдағанда қалыпты және апатты режимдер ұзақтылығымен қатар (авто)трансформаторлардың жүйелік асқын жүктелуіне көңіл бөлінеді [1,11].

Егер қалыпты режимде қуат ағыны жоғарғы кернеу ТҚ-нан орта кернеу ТҚ-на бағытталған болса, онда бір байланыс (авто) трансформаторын орнату, жөндеу режимінде тұтынушыларды толық электрмен жабдықтау тарапынан, рұқсат етілмейтін жағдай.

Егер қалыпты режимде қуат ағыны қарама-қарсы бағытта болса, онда жөндеу режимінде электр станцияның барлық иелік қуатын жүйеге беру қажеттілігі жайлы қатаң есептік шартты қолдану ақталған болып есептеледі, ол өз кезегінде екі байланыс (авто) трансформаторларды орнатуды қамтамасыз етеді [1].

4 Электр станцияның құрылымдық сұлбаларын таңдау және негіздеу әдістемелігі

Электр станцияның құрылымдық сұлбасын таңдау және негіздеу әдістемелігі жеңілдетілген немесе нақтыланған әдістеме бойынша жүргізіледі. Біріншісінің негізінде ұйғарым бар, қалыпты және жөндеу режимінде және де сұлба элементтерінің бірлік істен шығу кезінде электр станцияның жүйеге қуат беруі және тұтынушыларды электрмен жабдықтау шектелмеуі қажет. Әдістемелер блоктық электр станция үшін және көлденең байланысы бар электр станция үшін ерекшеленеді. (Бакалавриатта оқитын студенттерге жеңілдетілген әдістемені қолдану жетекілікті болып табылады).

4.1 Блоктық электр станцияларының құрылымдық сұлбаларын таңдау мен негіздеудің жеңілдетілген әдістемелігі

1) Электр станция бойынша алғашқы мәліметтер беріледі: құрылыс ауданы, өндіруші агрегаттардың саны және номиналды қуаты $P_{\text{агр.ном}}(S_{\text{агр.ном}})$; өндіруші агрегаттардың және жергілікті аудан тұтынушыларының жазғы және қысқы маусымындағы жүктеме графигі; энергожүйенің параллелді жұмыс тұрақтылығын сақтау шарты бойынша электр станциядағы рұқсат етілген өндіруші қуаттың төмендеуі:

- $\Delta P_{\text{доп}}$ - жүйеден резерв қуаты;
- жоғары кернеулі ТҚ торабының номиналды кернеуі;
- ӨМ қуаты $P_{\text{СН ном}}(S_{\text{СН ном}})$.

2) Агрегаттар жоғары кернеу ТҚ-сы арасында таратылады.

3) 35 және 110 кВ немесе 35 және 220 кВ ТҚ байланыстыру үшін $n_T=2$ мөлшерінде үш орамды трансформаторлар қолданылады. Кернеуі 110 кВ және одан жоғары ТҚ-да $n_T=2$ мөлшерінде үш орамды автотрансформаторлар немесе резервті фазалық үш бірфазалы автотрансформаторлар тобы қолданылады.

4) $\Delta P_{\text{доп}} > 2P_{\text{агр.ном}}$ жағдайында блоктарды ірілендіру немесе біріктіру мүмкіндігі ескеріледі (Курстық жұмыста ірілендірілген блоктарды қолданбауға болады).

Орта кернеулі ТҚ-на қосылған блоктарды ірілендіру және біріктіру ұсынылмайды.

5) Блокты жоғарлатқыш трансформаторының қуаты таңдалады. Жалпы жағдайда ол барлық өндіргіш агрегаттарының рұқсатты жүйелік асқын жүктелуін ескергенде барлық иелік қуатын беруге жеткілікті болуы керек.

6) Қалыпты режим үшін ӨМ ескере отырып жоғарлатқыш кернеу ТҚ арасындағы (авто)трансформаторлық байланыс арқылы қуат ағыны анықталады.

Өндіргіш агрегаттың P_i жүктеме кезінде, ӨМ-қа шығындалатын қуат келесіге тең:

$$P_{\text{СНi}} = (0,4 + 0,6P_i/P_{\text{агр.ном}})P_{\text{СН ном}} \quad (4.1)$$

Жүктеме графигі бойынша ағынның $S_{\text{нб}}$ неғұрлым үлкен мәні анықталады.

7) Үшфазалы байланыс (авто) трансформаторының мәні келесі шарттан $S_{\text{ном}} \geq S_{\text{нб}}/2$. алдын-ала белгіленеді. $S_{\text{ном}}$ бойынша (авто) трансформаторлардың түрі анықталады, ол ЖАР(РПН) қондырғысымен жабдықталуы қажет. Резервті фазасы бар үш бірфазалы автотрансформаторлар тобын қолданғанда топтың номиналды қуаты $S_{\text{ном}} \approx S_{\text{нб}}$ тең болады.

8) Байланыс (авто) трансформаторлары қосылған қалыпты режиміне талдау жасалады. Онда электр станцияның жүйеге қуат беруі және

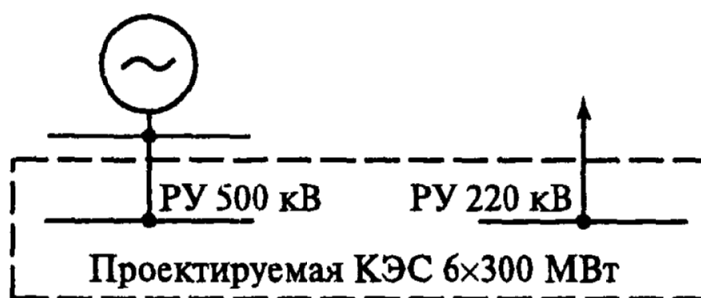
тұтынушыларда жүйелік асқын жүктелуді ескеріп бір сатылы қуатқа берілген критерии төзімділігі болғанша, қуат беруі қамтамасыз етілуі қажет.

9) Келесі жаздық және қыстық кезеңдегі жүктеме графигі үшін жөндеу режимдері қарастырылады: байланыс (авто)трансформаторын жоспарлық жөндеу, орта кернеу ТҚ-на қосылған блоктың жоспарлық жөнделуі. Бұл режимдерде электр станцияның жүйеге қуат беруі және тұтынушылардың (авто)трансформаторының жүйелік асқын жүктелуін ескергендегі электрмен жабдықталудың қамтамасыз етілуі қажет. Бұл жағдайды орындағанда байланыс (авто)трансформаторлардың қуатын және жалпы электростансаның құрылымдық сұлбасын таңдағанда тапсырма аяқталды деп деп есептеуге болады.

Бір режимдік жөндеулерде (мысалы, жазғы кезең) электр станция қуатының жүйеге берілуі және тұтынушылардың электрмен жабдықталуы мүмкін, ал басқасында (мысалға, қысқы кезең) - ол шарт болмауы мүмкін. Онда маусымдық уақытқа (авто)трансформаторларды жоспарлы жөндеуге шектеу қойылады яғни жөндеуді, электр станция қуатының жүйеге берілуі және тұтынушылардың электрмен жабдықталуы шектелуі жоқ кезде қояды. Көрсетілген режимдердің ешқайсысында электр станция қуатының жүйеге беруі және тұтынушылардың электрмен жабдықталуы қамтамасыз етілмеуі мүмкін. Бұл жағдайда $S_{ном}$ бір сатыға артады және жөндеу режимдерінің талдануы қайталанады.

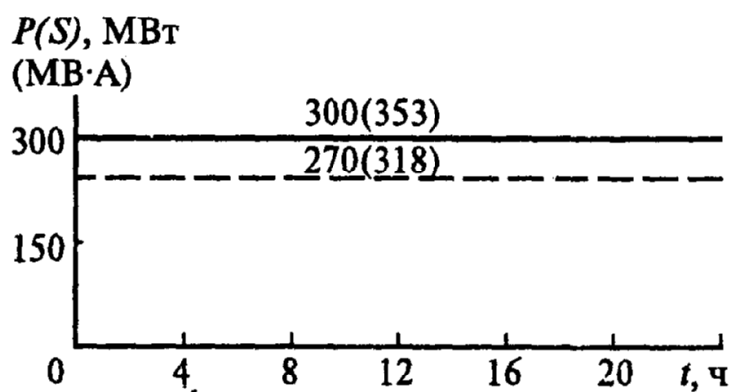
4.2 Мысал. Жеңілдетілген әдістеме бойынша КЭС құрылымдық сұлбаларын негіздеу және таңдау

1) КЭС құрылымдық сұлбасын таңдау керек. 4.1 суретте келтірілген электр станциясында номиналды қуаты 300 МВт алты турбогенератор орнатылу жоспарланған.



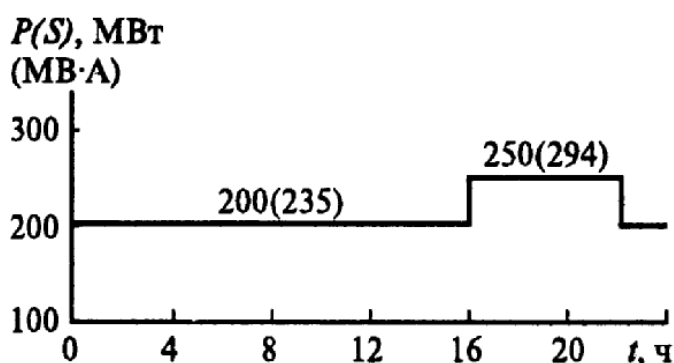
4.1 сурет– Электр станцияның жүйеде орналасуы

Турбогенераторлар 4.2 суретте көрсетілген жүктеме графигінің базалық бөлігінде жұмыс жасайды. Бұл жүктеменің жаздық төмендеуі анықталған, мысалы, технологиялық шектелуді ескергенде. 500 кВ кернеу кезінде электр станция қуатын жүйеге беру қарастырылады; 220 кВ кернеу кезінде жергілікті аудан тұтынушыларын электрмен жабдықтау қарастырылады.



4.2 сурет – Турбогенератордың жүктеме графигі

Жергілікті аудан тұтынушылардың жүктеме графигі 4.3 суретінде көрсетілген.



4.3 сурет–Жергілікті аудан тұтынушыларының жүктеме графигі

Ол барлық мерзімдерге шартты түрде бірдей болады. Электр станциядағы өндірілетін қуаттың максималды шекті түсуі энергожүйенің параллельді жұмыс тұрақтылығын сақтау шарты бойынша $\Delta P_{\text{доп}}=800$ МВт. Турбогенераторлардың техникалық минималды жүктемесі 30 % (90 МВт) құрайды. 220 және 500 кВ ТҚ-да және де ӨМ-да қажетті қуат коэффициенті 0,85. Блокты номиналды жүктегенде ӨМ шығыны 6 %-ды құрайды.

2) Орта кернеулі ТҚ-на бір турбогенераторды қосу ұсынылады. Бұл жағдайларда 220 және 500 кВ ТҚ арасында қуат ағыны қалыпты режимде минималды (4.2 және 4.3 суретін қараймыз) болады.

3) 220 және 500 кВ ТҚ арасына автотрансформаторлық байланыс қолданылады. 500 кВ кернеу кезінде [10] үш бірфазалы автотрансформаторлардың АОДЦТН-167 000/500/220 минималды номиналды қуаты 500 МВА-қа тең.

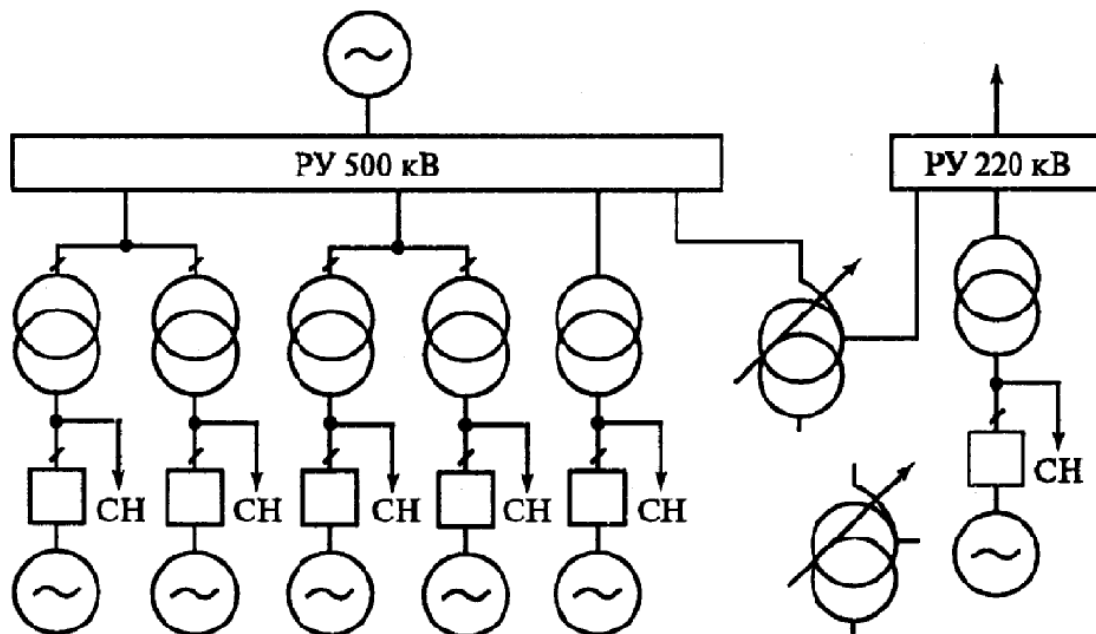
4) Электр станцияда екі турбогенератор ірілендіру немесе біріктірілу мүмкін, өйткені оның қорытынды қуаты $2 \times 300 = 600$ МВт $\Delta P_{\text{доп}} = 800$ МВт-тан аспайды.

Блоктарды кеңейту сұлбалары жеткілікті түрде иілгіш емес. Онда блоктық трансформатордың жөндеулік және апаттық күйі бір турбогенератордан кем емес жұмыс режимін анықтайды және арнайы

негіздеуді қажет етеді. Біріктірілген блокты сұлба айтылған кемшіліктерден аулақ және сол себепті 500 кВ жағына қолдануға ұсынылады.

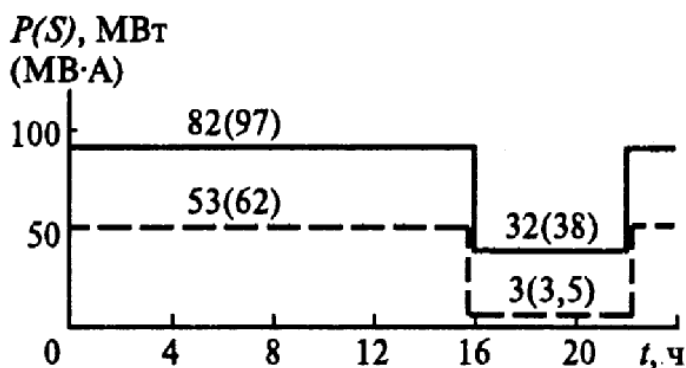
5) Турбогенераторларды 220 кВ ТҚ-на қосу үшін блокты жоғарлатқыш трансформатор ТДЦ-400 000/220 [10] таңдалады, ал 500 кВ ТҚ-на – ТЦ-400 000/500 [10]. Олардың номиналды қуаты 400 МВА тең, ол $S_{agr.ном} = 353$ МВА (4.2 суретті қара) жоғары.

Осылайша, 4.4 суретінде көрсетілген электр станцияның құрылымдық сұлбасы құрылады.



4.4 сурет– Бір байланыс автотрансформаторы бар КЭС-тың құрылымдық сұлба нұсқасы

6) Қалыпты режим үшін 220 және 500 кВ ТҚ арасында автотрансформаторлық байланыс арқылы ӨМ ескергендегі қуат ағыны тұрғызылады (4.5 суретін қараймыз).



4.5 сурет– автотрансформаторлық байланыс арқылы қуат ағыны

$$S_{\text{пер}}=S_{\text{агр}}-S_{\text{СН}}-S_{\text{нагр}}, \quad (4.2)$$

мұнда $S_{\text{агр}}$ – 220 кВ ТҚ қосылған турбогенератор жүктемесі (4.2 суретін қараймыз);

$S_{\text{СН}}$ – 4.2 суретін ескеріп 0,85 қуат коэффициенті бар (4.1) формуласымен есептелінген ӨМ шығындалған қуат ;

$S_{\text{нагр}}$ – жергілікті аудан тұтынушылардың жүктемесі (4.3 суретін қараймыз).

4.5 суретіндегі қуат ағыны 220 кВ ТҚ - нан 500 кВ ТҚ-на (жүйеге қуат бүрілуі) шартты түрде оң бағытта болады.

7) Алдағы (3 т.) көрсетілген минималды номиналды қуаттағы 500 МВА үш бірфазалы автотрансформаторлар тобының қолдану ыңғайлылығы айтылады, өйткені ол $S_{\text{нб}}=97$ МВА (4.5 суретті қара) асады.

8) Сұлбаның барлық элементтері жұмыста болған кездегі қалыпты режим талданады. Онда байланыс автотрансформаторы (7 т. қара) электр станцияның қуатын аса жүктелусіз толық жүйеге берілуін қамтамасыз етеді (4.5 суретті қара).

9) Жөндеу режимдерін қарастырамыз. Байланыс автотрансформаторының жоспарлық жөндеу кезінде әрбір фаза кезекпен резервті фазаға ауыстырылады. 220 кВ ТҚ қосылған энергоблоктың жұмыс режимі, жергілікті аудан тұтынушыларының жүктеме графигімен (4.3 суретті қара) анықталады. Блоктың минималды жүктемесі (4.3 суретті қара) 200 МВт, ол оның технологиялық минимумынан (90 МВт) жоғары. Сол арқылы энергоблоктың және жергілікті аудан тұтынушыларының тұрақты жұмысы қамтамасыз етіледі. Сонымен бір мезгілде 4.4 суреттегі график бойынша электр станцияның жүйеге қуат берілісі шектеледі. Қарастырылған жағдайда жүйедегі қуат балансы осы немесе басқа әдіспен қамтамасыз етіледі, мысалы, электр тоғының қысқа уақытта жиілігінің төмендеуіне байланысты. Осындай жағдайда, қарастырылған жөндеу режимі қолдануға тиімді болып табылады.

220 кВ ТҚ-на қосылған энергоблокты жоспар бойынша жөндеу кезінде, байланыс автотрансформаторы арқылы өтетін қуат ағыны жергілікті аудан тұтынушыларының жүктеме графигімен (4.3 суретін қараймыз) анықталады және 249 МВА шамасына жетеді, ол байланыс автотрансформаторының номиналды қуатынан $500 \text{ МВ} \times \text{А}$ төмен болады.

Осылайша, байланыс автотрансформаторы барлық жөндеу режимдерінде аса жүктелуге соқтырылмайды, сол себепті 4.4 суретіндегі электр станцияның құрылымдық сұлбасы таңдалынады.

5 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу және электр аппараттары мен өлшеу жүйесін таңдау

Курстық жобалауда қысқа тұйықталу Қ.Т тоғын есептеу ЭЕМ арқылы бір нүкте үшін (орта кернеудегі ТҚ шиналарында) жүргізіледі. Есептеу кезінде GFAULTS бағдарламасын [16] қолдану керек. Электр аппараттарын таңдау [17] жұмыста жүргізілетін таңдауға ұқсас.

Өлшеуіш құралдарын және трансформаторларды таңдау кезінде [1,11] келтірілген ұсыныстарды қолдану қажет.

6 КЭС өзіндік мұқтажы

6.1 Өзіндік мұқтаждықтың электр қондырғыларын жобалау

Станцияның ӨМ электрқондырғылары көп жағдайда жұмысшы машиналар мен механизмдердің (сорғылар, желдеткіштер, диірмендер, көтергіштер және т.б.) электржетегін пайдаланады, олар ӨМ барлық қуатының 90 % на дейін қуатын қолданады. Электр қабылдағыштардың қалған түрлері электр жарықшамдарымен, электржылытқыш құралдарымен, түрлендіргіш қондырғыларымен және дәнекер трансформаторларымен көрсетіледі.

Өзіндік мұқтаждық тұтынушыларын электрмен жабдықтау жүйесі (ӨМЭЖ), электрқозғалтқыштарды таңдағаннан кейін, жарықтандыру есебі және 6-10 және 0,4 кВ кернеудегі айнымалы және 0,23 кВ тұрақты тоқтың басқа тұтынушылардың жүктемесін анықтағаннан кейін жобаланады.

ӨМЭЖ жобалау электр қосылыстарының принципіалды сұлбасын таңдаудан және оның бас сұлбаға жалғануынан басталады. ӨМ жұмысшы және резервті қоректенуі бас сұлба қуатынан төмендеткіш трансформаторлар немесе реакторлар арқылы қуатты бөліп алу жолымен іске асырылады. ӨМ-та аса жауапты тұтынушылары үшін тәуелсіз резервті қорек көздері қарастырылады: дизель-генераторлар, бас генераторлар білігіндегі қосымша генераторлар, түрлендіргіштер мен инверторлы аккумуляторлық батареялар, сыйымдылықты және индуктивті энергия жинағыштар.

ӨМ электрқондырғылары станцияның (қосалқы станцияның), жауапты жүйе бөлігі болып есептелінеді, өйткені жүйе бөлігінің істен шығуы станциядағы және БЭЖ-дегі апатқа алып келеді. ӨМ электрқондырғылары өндірілетін энергияның біршама бөлігінің тұтынушысы болып табылады.

Төменде әртүрлі станция түрлері үшін максималды жүктемелері келтірілген (пайыздық көрсеткіште) [19]:

$P_{\text{ӨМ}}/P_{\text{орнат.}}$	
Тозаңкөмірлі ЖЭС.....	8-14
Газмазуттық ЖЭС.....	5-7
Тозаңкөмірлі КЭС.....	6-8
Газмазуттық КЭС.....	3-5

Су жылу тасығышты АЭС	5-8
Аз және орта қуатты СЭС	3,0-2,5
Үлкен қуаттағы СЭС	1,0-0,5

Түпкі қосалқы станция үшін ӨМ тұтынатын қуаты – 50-200 кВт, ал түйіндік қосалқы станция үшін – 200-500 кВт.

ӨМЭЖ жобалау кезінде әртүрлі кернеудегі ӨМ электрқондырғыларының құрамын олардың қуатын және ПУЭ бойынша санатын білу қажет. (Курстық жобалауда максималды жүктеменің жоғарыда келтірілген мәліметтерін қолданса жеткілікті болады).

6.2 КЭС өзіндік мұқтаждығының сұлбалары

КЭС ӨМ тұтынушылары блоктық және станциялық болып бөлінеді. Блоктық тұтынушылар ӨМ трансформаторларынан (ӨМТ) қоректенеді. Жалпы станциялық жүктеме блоктар арасында бірқалыпты таралады. Құрылыс сатысында жалпы станциялық жүктеме жергілікті 6-110 кВ тораптан қоректенеді, содан кейін бірінші және екінші блоктар кезегінің тораптарына өтеді.

Блоктық ӨМТ генератор мен жоғарлатқыш трансформатор арасында қосылады. Генераторлық ажыратқыштар бар болған жағдайда ӨМТ жоғарлатқыш трансформаторлар жағынан қосылады.

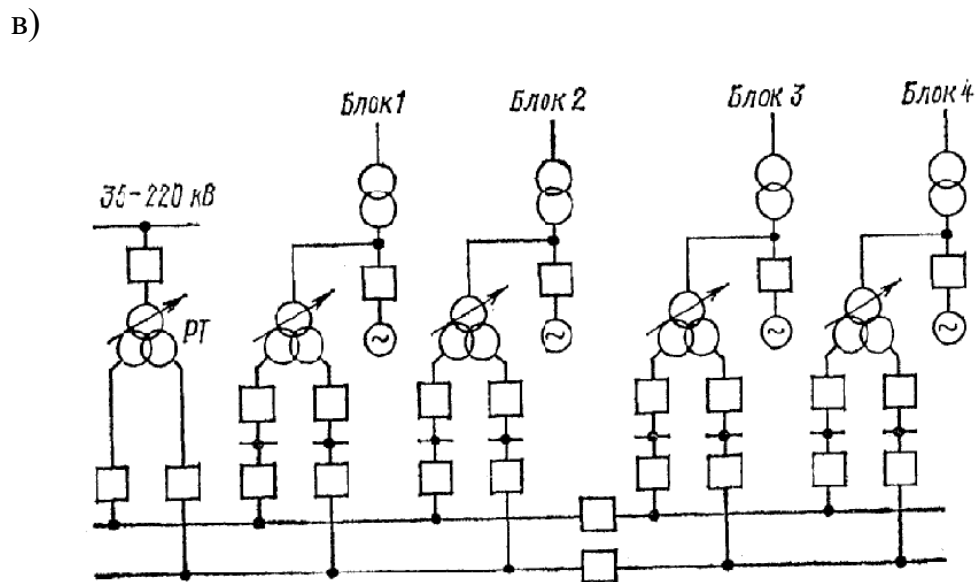
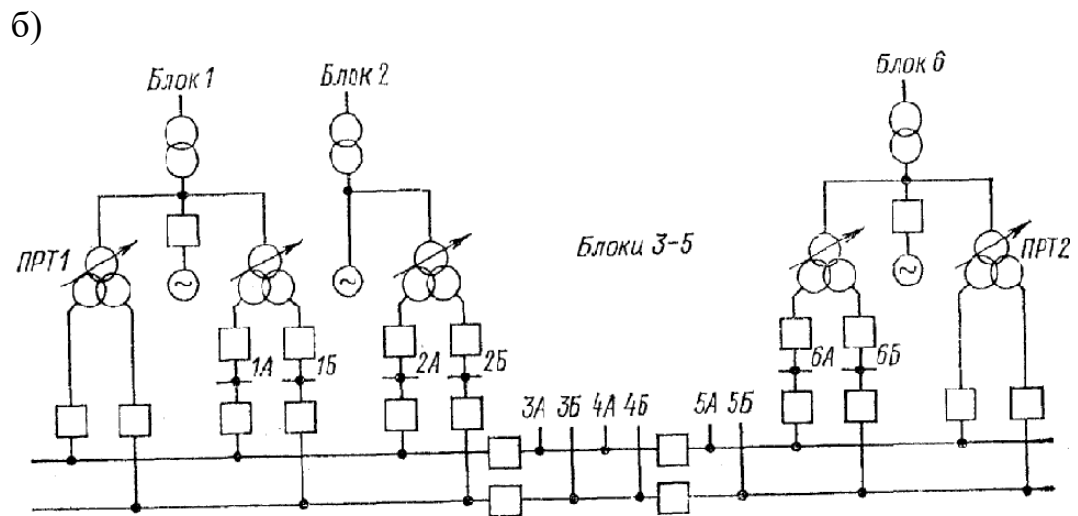
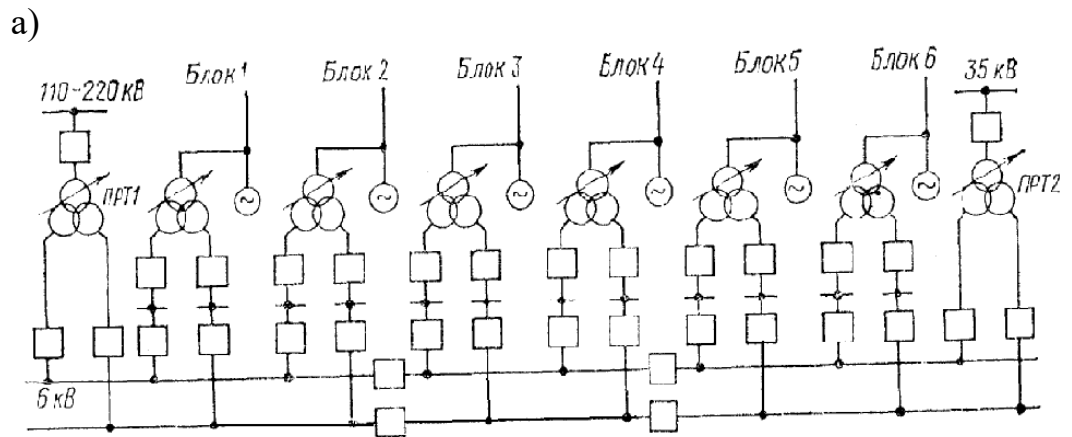
ЖЭС-да ӨМ қоректендіру үшін екі түрлі кернеу деңгейі қолданылады: 6 кВ – қуаты 200 кВт және одан жоғары күшті электроқозғалтқыштарды қоректендіру үшін, 380/220 В – кішкентай қозғалтқыштарды қоректендіріп және жарықтандыру үшін. 6 кВ орнына 3 кВ кернеу деңгейін қолдану станцияның бар жағдайын кеңейту ретінде болады.

160 МВт және одан жоғары әрбір блоктың екі 6 кВ ӨМ секциясы болуы керек. 120 МВт-қа дейінгі блоктар қазандықта бір секциясы болады.

Секция қоректендіруін резервтеу, резервтік ӨМТ (РӨМТ) келетін АРҚ арқылы жалғанған резервтік 6 кВ магистраль арқылы іске асырылады. Резервті ажыратқыштар 2-3 блоктан кейін ажыратқыштармен секцияланады және РӨМТ дан кірісінде ажыратқышы болады. РӨМТ саны генераторлық ажыратқыштар болмаса: 1 - блоктар саны екіге дейін болса; 2 – егер блок саны 3 тен 6 –ға дейін болса; 3, оның біреуі қоймалық резерв үшін, - 7 блоктар және одан жоғары. Генераторлық ажыратқыштар болса: 1 - ден 2 блокқа дейін болса; 2, оның біреуі қоймалық резерв үшін - 3 блок және одан жоғары болса. Әрбір резервтік трансформатор қуаты жұмысшы трансформатордың қуатына тең болады.

Әрбір блокта 0,4 кВ екі ӨМ секциясы қарастырылады. Әрбір секцияның жұмысшы және резервті (АРҚ ты) қоректену көзі болады. 0,4 кВ секциясының жұмысшы қоректенуі өз блогының 6 кВ секциясынан іске асырылады, резервтік қоректену – 6 кВ секциясынан және басқа блоктардан іске асырылады.

КЭС 6 кВ ӨМ сұлбасының нұсқалары 6.1 суретінде көрсетілген.



6.1 сурет– КЭС 6 кВ ӨМ-ның сұлбалары: барлық блоктарда генераторлы ажыратқышы жоқ (а), блоктар бөлігінде (б, 2-5 блоктар) және барлық блоктардың (в) генераторлы ажыратқышы бар.

6.1,а,б суретіндегі сұлбаларда резервті қосу деп аталатын трансформаторлар (РҚТ) қолданылады.

Жұмысшы ӨМТ қуаты блокты жүктеме қуаты бойынша, блок секцияларына қосылған жалпы станциялық жүктеме үлесін ескеріп таңдалынады. ӨМТ бұл сұлбалары блоктың тоқтап қосылуын қамтамасыз етпейді, бұл мақсатта РҚӨМТ қолданылады, олардың әрқайсысы бір блоктың ӨМТ ауыстыруды және бір мезгілде екінші блоктың қосып ажыратылуын қамтамасыз етуі қажет.

менгі торабына қосылады, байланыс автотрансформатордың үшінші орамдарында қосылады немесе генераторлық ажыратқышы бар блоктар тармағына қосылады.

КЭС бас сұлбасына тапсырмаға сәйкес студент 6.1 және 6.2 т.т. барлық ұсыныстарды және қажет болса әдебиеттер көздерін қолданып [11,17] өзіндік мұқтаждық сұлбасын өңдеуі қажет.

7 Тұрақты ток қондырғысы

Басқару тізбегінде, автоматиканы қорғау үшін алыстан басқару аппараттарын, сигнализация және апатты жарықтандыру үшін және де электр станция мен үлкен қосалқы станциядағы неғұрлым жауапты өзіндік мұқтаждық механизмдерін қоректендіру үшін аккумуляторлы батареялары бар тұрақты ток қондырғысы қолданылады.

Курстық жобада [11,15] келтірілген ұсыныстарға сәйкес, КЭС-ғы тұрақты ток тұтынушыларын анықтап, аккумулятор батареяларын таңдау қажет.

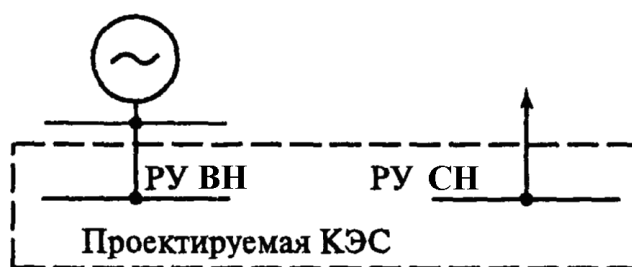
8 Тапсырманың алғашқы мәліметтер

Өз нұсқасына сәйкес студент курстық жобалауға 1-ші кестеден алғашқы мәліметтерді таңдайды.

Жұмысты орындау үшін қосымша мәліметтер және барлық нұсқаға ортақ болып келетіндер келесі:

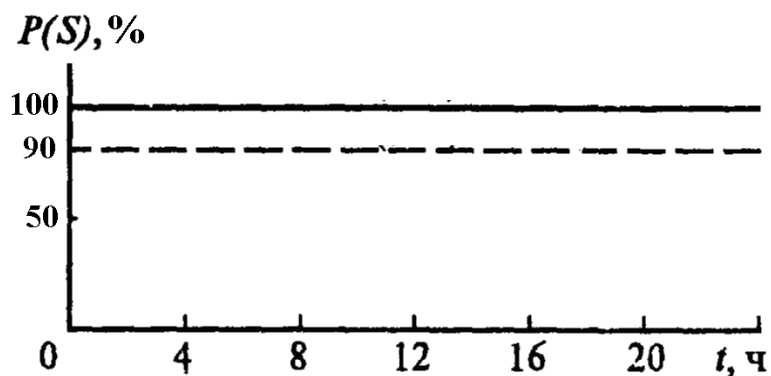
1) Станция жүктеме графигінің базалық бөлігінде жұмыс істейді. Станцияның жүйеге қуат беруі ЖК арқылы іске асырылады, ал берілген тұтынушыларды электрмен жабдықтау ОК-де іске асырылады.

Электр станцияның жүйедегі орналасуы 8.1 суретінде келтірілген.



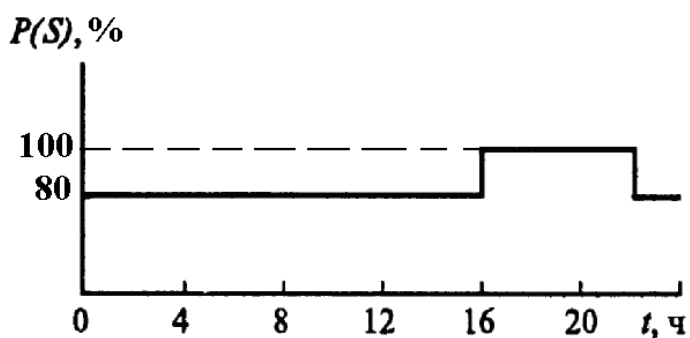
8.1 сурет– Электр станцияның жүйедегі орналасуы

2) Генератордың жүктеме графигі ($P_{\text{ном.агр}}$ -тың %-ы) 8.2 суретте келтірілген.



8.2 сурет— Турбогенератордың жүктеме графигі

3) Жергілікті аудан тұтынушыларының жүктеме графигі 8.3 суретінде көрсетілген.



8.3 сурет— Жергілікті аудан тұтынушыларының жүктеме графигі

4 ЖК ТҚ, ОК ТҚ, және де ӨМ қажетті $\cos \varphi$ 0,85-ке тең.

5 Есептік қ.т.нүктесі ретінде орта кернеу жинақтау шинасындағы қысқа тұйықталу тоғы қабылданады.

1 Кесте – Курстық жобаға тапсырмалар нұсқалары

Нұсқа №	Генератордың саны мен қуаты, МВт	Өзіндік мұқтаждың қуат шығыны, %	ОКТҚ, кВ	ӨМ жүктеме қуаты, МВт	ЖКТҚ, кВ	Жүйенің қ.т. қуаты, $S_{к.т.}$, МВА	Жүйемен байланысты желінің саны және ұзындығы
1	6x110	5	110	160	220	3500	2x300
2	6x120	5	110	140	220	4000	2x250
3	6x160	5	220	250	500	4000	2x400
4	6x220	5	220	350	500	4000	2x300
5	6x200	5	220	300	500	3000	2x270
6	4x320	6	110	270	220	3000	2x250
7	4x300	6	110	240	220	3000	2x300
8	4x200	6	220	170	500	3000	2x350
9	4x500	6	220	400	500	4000	2x200
10	4x800	6	220	600	500	4000	2x280
11	5x110	8	110	120	220	3500	2x150
12	5x120	8	110	200	220	3000	2x100
13	5x200	8	220	320	500	3000	2x150
14	5x300	8	220	240	500	3000	2x300
15	5x500	8	220	370	500	4000	2x200
16	6x300	6	220	700	500	3500	2x300
17	6x500	6	220	1000	500	4000	2x250
18	3x110	6	110	90	220	3000	2x100
19	3x120	6	110	100	220	3000	2x150
20	3x160	6	110	140	220	3000	2x200
21	3x200	6	110	180	220	3000	2x100
22	4x110	7	110	180	220	3500	2x150
23	4x120	7	110	200	220	3500	2x170
24	4x160	7	110	250	220	3500	2x120
25	6x110	7	220	300	500	4000	2x200
26	6x200	7	220	550	500	4000	2x250
27	5x200	7	220	700	500	4000	2x230
28	5x300	6	220	800	500	4500	2x280
29	4x500	7	220	650	500	4500	2x270
30	5x110	6	110	250	220	3000	2x180

Әдебиеттер тізімі

1. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.
2. Хожин Г., Электр станциялары мен қосалқы станциялар: Оқулық, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің «Оқулық» республикалық ғылыми-практикалық орталығы бекіткен, ҚР Жоғарғы оқу орындарының қауымдастығы, Алматы, 2014.-452 б.
3. Умбеткулов Е.К., Соколов С.Е., Михалкова Е.Г. Проектирование электрических станций. Конспект лекций для студентов специальности 5В071800 – Электроэнергетика. – Алматы: НАО АУЭС, 2018.
4. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования; Учебное пособие /Под ред. И.П. Крючкова., В.А. Старшинова. – М.: Академия, 2005.
5. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. - М.: Академия, 2007.
6. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. -3 изд. -М.: Энергоатомиздат, 2006.
7. Хожин Г.Х. Электр станцияларды жобалау. Оқу құралы,-Алматы: 2003.
8. Г.Х. Хожин ,Р.М. Кузембаева, С.Е. Соколов. Электр станцияларды жобалау. 5В071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша оқитын барлық оқу түрінің студенттері үшін курстық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқау. Алматы: АЭЖБУ, 2010. – 23 бет.

Мазмұны

Кіріспе	3
1 Курстық жобаның мақсаты мен міндеттері	3
2 Жұмыс көлемі мен мазмұны	3
3 КЭС құрылымдық сұлбалары	4
3.1 КЭС құрылымдық сұлбаларын таңдау мен негіздеудің әдістемелік жағдайы	7
4 Электр станцияның құрылымдық сұлбаларын таңдау және негіздеу әдістемелігі	8
4.1 Блоктық электр станцияларының құрылымдық сұлбаларын таңдау мен негіздеудің жеңілдетілген әдістемелігі	9
4.2 Мысал. Жеңілдетілген әдістеме бойынша КЭС құрылымдық сұлбаларын негіздеу және таңдау	10
5 Қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу және электр аппараттары мен өлшеу жүйесін таңдау	14
6 КЭС өзіндік мұқтаждығы	14
6.1 Өзіндік мұқтаждықтың электр қондырғыларын жобалау	14
6.2 КЭС өзіндік мұқтаждығының сұлбалары	15
7 Тұрақты ток қондырғысы	17
8 Тапсырманың алғашқы мәліметтер	17
Әдебиеттер тізімі	20

Сергей Евгеньевич Соколов
Ертуган Кожажулович Умбеткулов
Елена Григорьевна Михалкова

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУ

5B071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша оқитын студенттер үшін курстық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқау

Редактор Ж.Н.Изтелеуова
Стандарттау бойынша маман Н.Қ Молдабекова

Басылымға қол қойылды _____
Таралымы **50 дана**
Көлемі оқу _____ баспа табақ

Пішімі 60×84/16
Баспаханалық қағаз №2
Тапсырыс _Бағасы _____ теңге

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамының көшірмелі – көбейткіш бюросы
050013 Алматы, А. Байтұрсынұлы көшесі, 126
Коммерциялық емес акционерлік қоғам

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ
Электр станциялары және электрэнергетикалық жүйелері кафедрасы

БЕКІТЕМІН
Оқу – әдістемелік жұмысы бойынша
проректор
_____ С.В. Коньшин
« _____ » _____ 2018 ж.

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУ

5В071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша оқитын студенттер үшін курстық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқау

КЕЛІСІЛГЕН:
ОӘБ бастығы
мақұлданды

ЭС және ЭЭЖ кафедрасының
отырысында қаралды және

_____ Р.Р. Мухамеджанова

Хаттама _____

« _____ » _____ 2018 ж.

Кафедра меңгерушісі
_____ Е.К. Умбеткулов

Редактор

Құрастырушылар:
_____ Е.К. Умбеткулов
_____ С.Е. Соколов
_____ Е.Г. Михалкова

Стандарттау маманы

« _____ » _____ 2018 ж.

ОУМК по МО және Э бойынша БОӘК төрағасы
_____ Б.К. Көрпенев

« _____ » _____ 2018 ж.

Алматы 2018 ж.

