



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ**

**Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық- техникалық  
университеті**

**«Энергетика» кафедрасы**

**«Электрмен жабдықтауды жобалау» пәні  
бойынша курстық жобаны орындауға  
ӘДІСТЕМЕЛІК НҰСҚАУ**

**Орал, 2014**

**31.29-5-02**

**Э45**

Булатов А.А., аға оқытушы, магистр  
Тулегенов Қ.К., техн.ғыл.канд., доцент

Сын – пікір беруші: Жексембиева Н.С. техн.ғыл.канд., доцент

«Электр энергетикасы» мамандығының студенттеріне арналған  
«Электрмен жабдықтауды жобалау» пәнінен  
курстық жобаны орындау бойынша  
**ӘДІСТЕМЕЛІК НҰСҚАУ**

«Энергетика» кафедрасының отырысында талқыланды  
қаңтар 2014 ж., хаттама №6

25

Политехникалық факультеттің оқу-әдістемелік бюросымен ұсынылды  
29 қаңтар 2014 ж., хаттама №6

Университеттің оқу-әдістемелік кеңесімен мақұлданды

«Электр энергетикасы» мамандығының студенттеріне арналған  
«Электрмен жабдықтауды жобалау» пәнінен курстық жобаны орындау  
бойынша әдістемелік нұсқау.

Курстық жобаны орындау бойынша әдістемелік нұсқау студенттердің  
тақырыптық бағыттарын анықтау мақсатын, орындау мақсаты мен  
міндеттерін, мазмұнына, көлеміне, рәсімделуіне, теориялық материалдарды  
меңгеру үшін қойылатын талаптарды кірістіреді.

**©РМК «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық  
университеті», 2014**

## Мазмұны

Кіріспе.....	4
1 Курстық жобаның орындалу реті.....	5
1.1 Курстық жобаның құрылымы мен жазылу реті.....	5
1.2 Курстық жобаның графикалық бөлімі.....	6
1.3 Курстық жобаны қорғау.....	6
2 Курстық жобаны орындау.....	7
2.1 Өнеркәсіптік кәсіпорынның есептік жүктемесін анықтау.....	7
2.2 Басты төмендеткіш қосалқы станцияның (бтқс ) орналасу орынын таңдау.....	8
2.3 Электрмен жабдықтау сұлбасын тұрғызу.....	10
3 Рационалды кернеуді таңдау.....	13
3.1 Капитал салымын анықтау.....	14
3.2 Салыстырмалы нұсқалар үшін пайдалану шығынын анықтау.....	16
4 Күштік трансформаторларды таңдау.....	18
4.1 Жекеленген цехтарды қоректендіретін кабельдерді (немесе әуе желісінің сымдарын) таңдау.....	19
5 Қысқа тұйықталу тоғын есептеу.....	21
5.1 Электлік аппараттарды таңдау және тексеру.....	23
6 Курстық жобаға бастапқы берілгендер.....	25
Қорытынды.....	30
Қолданылған әдебиеттер.....	31
Қосымша 1.....	33
Қосымша 2.....	41

## КІРІСПЕ

Жобалау кезінде әуе желісін максималды түрде жаңарту, типтік құрылымды және жаңа материалдарды қолдану қажет. Жоба тапсырмасына сәйкес тапсырманы шешу үшін тұтынушыларды электрмен жабдықтайтын әуе желісінің негізгі параметрлеріне есеп жүргізу және жобаланатын әуе желісі өтетін жердің жағдайын есепке алу керек.

Әуе желісінің негізгі параметрлеріне есебі келесі түрде орындалады: қуат балансына сәйкес және қажет электр жүктемесінің есебі, торап конфигурациясының мүмкін болатын варианттарын құрастыру, алдын ала техникалық есептердің бірнеше варианттарын құрастыру. Алынған ақпараттар негізінде қабылданатын қосалқы станцияға негізгі электр жабдықтар таңдалады.

Курстық жобаның мақсаты:

- жобалық құжат жөнінде түсінік,
- электрмен жабдықтау жүйесінің (ЭЖЖ) принциптерін, жобалау әдісі мен алгоритмін білу;
- ЭЖЖ құрылғыларын бөлшектеу және құрастыру принциптерін білу;
- ЭЖЖ қорғау құрылғыларын,
- ЭЖЖ негізгі элементтерінің жобасын орындай білу;

Курстық жобаның мазмұны:

Бастапқы берілгендер.

Объектінің қысқаша сипаттамасы және қондырғылардың спецификациясы.

Өнеркәсіптік кәсіпорынның есептік жүктемесін анықтау.

Басты төмендеткіш қосалқы станцияның (БТҚС) орналасу орнын;

трансформатор саны мен қуатын таңдау.

Электрмен жабдықтау сұлбасын құру.

Таратқыш торапты таңдау және есептеу.

Рационалды кернеуді таңдау.

Электр беріліс желісінің (ЭБЖ) параметрлерін таңдау.

Трансформаторды таңдау және тексеру.

Тоқөткізгішті таңдау.

Қысқа тұйықталу (ҚТ) тоғын есептеу.

Электрлік аппараттарды таңдау және тексеру.

Режим есептерінің нәтижелерін талдау.

Жерлендіргіш құрылғылардың есебі.

Графикалық материалдарды рәсімдеу.

## 1 КУРСТЫҚ ЖОБАНЫҢ ОРЫНДАЛУ РЕТІ

Курстық жоба кафедра бекіткен оқытушының ғылыми жетекшілігімен орындалады.

Курстық жобаны жазу процессінде студент ақпараттарды табу, негіздеуді және талдауды үйренуі, зерттелетін мәселе бойынша әртүрлі көзқарастарды сәйкестендіре білуі өздігінше тұжырымдамалар жасауы керек.

Кесте 1 Курстық жобаны жазу графигі және мерзімдері

№	Жоба этаптары	Орындалу мерзімі (оқу апталары)	Орындау пайызы, %
1	Тақырып таңдау	1-3	10
2	Әдебиеттермен жұмыс, тақырып бойынша материалдар жинау	4-5	10
3	Жобаны жазу (жоба құру, өңдеу, оны сипаттау)	6-11	10
4	Жобаны кафедра лаборантына өткізу және жетекшінің жазылған жобамен танысуына мүмкіндік жасау	12	20
5	Жектешінің ескертулерімен студенттің жұмыс жасауы және жобаны қорғауға дайындық	13	20
6	Курстық жобаны қорғау	14	30
7	Барлығы		100

## КУРСТЫҚ ЖОБАНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ЖАЗЫЛУ РЕТІ

Студент орындайтын жобаға мыналар кіруі тиіс: 20 – 30 беттен тұратын қолжазба түріндегі есептік – түсіндірме жазбасы; А 4 сызбасында орындалатын графикалық бөлім.

Есептік – түсіндірме жазбасында барлық қажетті есептеулер, сұлбалар, қабылданған шешім негіздері мен қысқаша түсініктеме болуы керек. Тақырып бойынша жазған кезде жобалау кезінде пайдаланылған әдебиеттерге бағыттамалар көрсетілуі қажет.

Жазбалардағы, негізгі қағаздардағы орындалған графикалық материалдар жобаның түсіндірмелік бөлімімен тығыз байланысты болуы тиіс.

Есептік – түсіндірме жазбасы мен негізгі сызбалар [1] – дегі талаптарға сай жүргізілуі керек. Курстық жоба құрамына мыналар кіреді:

титулдық қағаз, тапсырма, мазмұны, кіріспе, негізгі бөлім, қорытынды және әдебиеттер. Кейде қысқартылған сөздер тізімі де берілуі мүмкін.

[1] – де титулдық қағазды толтыру, тапсырма, мазмұны және әдебиеттер тізімінің үлгілері көрсетілген. Мазмұны, кіріспе мен қорытынды варианттары берілген. Негізгі бөлімді жазуға үлкен назар аударылған: жұмыс бірнеше бөлімдерге, бөлімшелерге, пункттер мен кіші пункттерге бөлінген, беттер нөмірленген, суреттер мен кестелер келтіріліп, формулалар жазылған.

## **1.2 КУРСТЫҚ ЖОБАНЫҢ ГРАФИКАЛЫҚ БӨЛІМІ**

A1 форматты қағаздың (594\*841мм) 2 данасына толтырылады. Сұлбалар қарындашпен орындалады. Онда кескінделуі керек: алғашқы бетте – кәсіпорынның бас жоспарының сұлбасы (өндірістік цехтер мен электрлік жүктеме орталығы); Екінші бетте – кәсіпорынды электрмен жабдықтау сұлбасы (толық принципті сұлба) бейнеленеді.

Шартты белгілер, шрифтпен масштабтар ЕСКД және ГОСТ талаптарына сай болуы қажыт кескіндер таза, ұқыпты орындалуы керек. Сұлбада ажыратқышлардың таңдап алынған трансформатордың типімен қуаты, айырғыш және басқа аппаратуралар жинақы шиналардың маркасы мен кесіндісі көрсетіледі.

Курстық жобаның кескіндемелерінің әр бетінің оң жақ төменгі бұрышында ГОСТ 2.104-68 сай негізгі жазу болуы тиіс.

## **1.3 КУРСТЫҚ ЖОБАНЫ ҚОРҒАУ**

Жобаны орындау кезінде студент істеген жұмысын көрсетіп және кеңес алуы үшін (жетекші нұсқауымен) келіп тұруы керек. Толық толтырылатын есеп беру – түсіндірме хаты жетекшісі тексеру үшін тапсырылып, содан кейін студент өз курстық жобасын кафедра бекіткен комиссия алдында қорғайды.

Курстық жобаны қорғау кезінде студент:

Кәсіпорынды электрмен жабдықтауды жобалау туралы түсінігі болуы;

Қабылданған шешім бойынша анық түсінік беру;

Қабылданған сұлбалардың бөлшектерін білуі;

Таңдап алынған жабдықтардың құрылысы мен әрекет ету принципі және таңдау шартын білуі;

Қорғау студент баяндамасы және комиссия мен қатысушылардың сұрағына жауап беруден құралады (10-15 мин шамада). Қорғау қорытындысы дифференциалды бағамен бағаланады. Мұнда алдына қойылған талаптарға шығармашылықпен келу элементтері, жобалау жұмыстардағы өз бетімен жұмыс істеу деңгейі, есеп беру-түсіндіру және графикалық бөлімдерді орындау сапасы, қорғаудағы жауаптары ескеріледі.

## 2 КУРСТЫҚ ЖОБАНЫ ОРЫНДАУ

### 2.1 ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫННЫҢ ЕСЕПТІК ЖҮКТЕМЕСІН АНЫҚТАУ

Есептік жүктемені анықтаған кезде, кәсіпорынның барлық электр тұтынушысы электр қабылдағыштың жұмыс режимі бойынша бірдей топтарға біріктіріледі.

Электр қабылдағыштың жұмыс режимі бойынша бірдей k-топтар үшін есептік активті, реактивті және толық жүктеме мына теңдіктерден анықталады:

$$P_{p.k} = k_{c.k} P_{уст.k} \quad (1)$$

$$Q_{p.k} = P_{p.k} \operatorname{tg} \varphi_k \quad (2)$$

$$S_{p.k} = \sqrt{P_{p.k}^2 + Q_{p.k}^2} \quad (3)$$

мұндағы:  $k_{c.k}$  - электрлік қабылдағыштардың k-топтары үшін сұраныс коэффициенті;

$$\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{Q_{p.k}}{P_{p.k}} \quad (4)$$

және электрлік қабылдағыштардың k-топтары үшін (1 кесте, қосымша 1) анықталады;

$P_{уст. k}$  - электрлік қабылдағыштардың k-топтарының қосынды активті жұмыстық орнатылған қуат.

Кесте 3 Есептік жүктемені анықтау

Топтар нөмірі	Топтар атауы	Руст	Ксх	tgφ <sub>k</sub>	Р <sub>p.k</sub> , кВт	Q <sub>p.k</sub> , кВАр	S <sub>k</sub> , кВт

Өнеркәсіптік кәсіпорынның есептік активті  $P_p$ , реактивті  $Q_p$  және толық  $S_p$  жүктемелерін электр қабылдағыштардың жеке топтарының максимум жүктемесінің әртүрлі уақыттағы коэффициентін  $k_{p.m}$  ескеріп және БТҚС шинасында оптимальды  $\operatorname{tg} \varphi_o$  қамтамасыз ету арқылы анықтайды:

$$P_p = k_{p.m} \sum_{k=1}^n P_{p.k} \quad (5)$$

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi_o \quad (6)$$

мұндағы:  $n$  – кәсіпорынның электр қабылдағыштарының жұмыс режимі бойынша бірдей топтар саны;

$k_{p.m}$  – кәсіпорынның технологиялық процестеріне байланысты электр қабылдағыш жеке топтардың максимум жүктемелік әр түрлі уақыттың коэффициенті;

$\operatorname{tg} \varphi_o$  – БТҚС кірісіндегі кернеуді және кәсіпорынның орналасу орнын ескеріп, оптималды шамасын анықтау.

Кәсіпорынның электр қабылдағашын жұмыс режимі бойынша барлық бірдей топтарға реактивті жүктемесі:

$$Q_{p1} = k_{p.m} \sum_{k=1}^n Q_{p.k} \quad (7)$$

БТҚС орнатылатын компенсациялайтын құрылғының реактивті қуаты:

$$Q_{k.y} = Q_{p1} - Q_p \quad (8)$$

Кәсіпорынның жүктемелік есебін 3 және 4 кестеде келтірілген түрде жазады,  $Q_{p1}$  и  $Q_{k.y}$  шамаларының мәні кәсіпорынды қоректендіретін, жүйенің қосалқы станциясындағы  $U_n$ , кернеуінің барлығы үшін анықталады.

Кесте 4 Өнеркәсіптік кәсіпорынның есептік реактивті және толық қуаттары

№ п	$U_n$ , кВ	$Q_p$ , кВАр	$Q_{p1}$ , кВАр	$Q_{k.y}$ , кВАр	$S_p$ , кВ·А

## 2.2 БАСТЫ ТӨМЕНДЕТКІШ ҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯНЫҢ (БТҚС) ОРНАЛАСУ ОРЫНЫН ТАҢДАУ

Басты төмендеткіш қосалқы станция (БТҚС) кәсіпорынның электрлік жабдықтау жүйесінде негізгі буындардың бірі болып табылады. Кәсіпорын территориясында БТҚС-ны шартты электрлік жүктеменің орталығына (ЭЖО) орнатуға тырысады. Шартты ЭЖО дегеніміз БТҚС құрастыру кезіндегі түсті металды мүмкіндігінше үнемдейтін, кәсіпорынның бас



жоспарында көрсетілетін нүкте. Технологиялық объектінің болуы және басқа да себептерге байланысты БТҚС-ны шартты ЭЖО орналастыру мүмкін болмаса, онда БТҚС-ы шартты ЭЖО жақын жерге орналастырады. Барлық өндірістік цехтар көрсетілген бас жоспарда, шартты ЭЖО анықтау үшін, жекеленген цехтардың шартты ЭЖО-ның ортасы болып табылатын дөңгелектерден тұратын жүктемелер картограммасы тұрғызылады. Таңдалған масштабтағы дөңгелектердің шектелген ауданы, сәйкес цехтың (қондырғының) есептік активті жүктемесіне тең, ал оның радиусы:

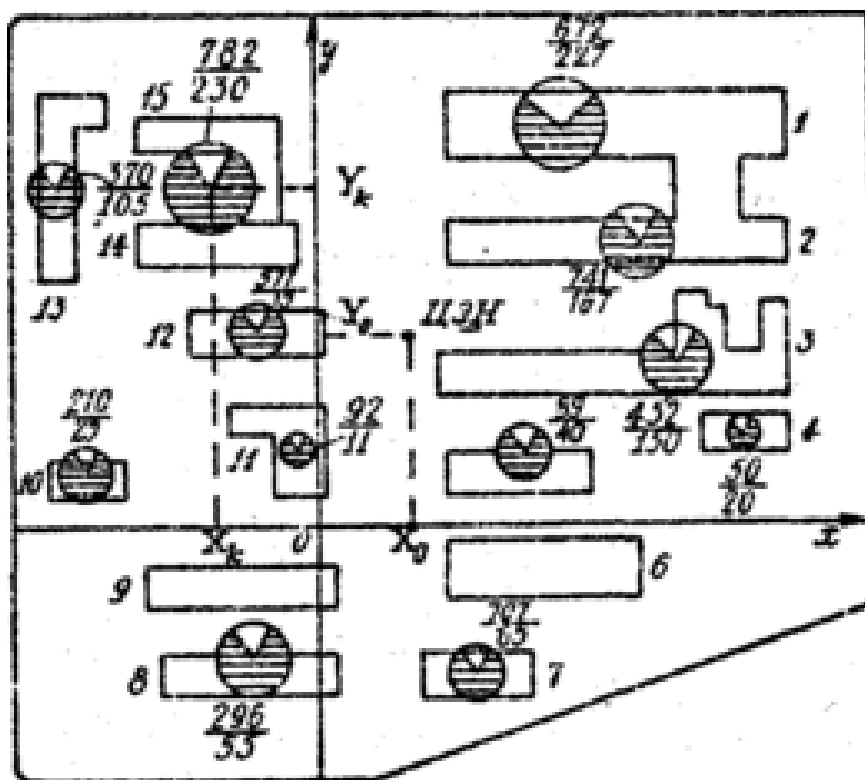
$$r_k = \sqrt{P_{p.k} / \pi m} \quad (9)$$

мұндағы:  $m$  – шеңбердің ауданын анықтайтын масштаб, кВт/мм<sup>2</sup>.

Шартты ЭЖО координаталарын кәсіпорынның бас жоспарына салады және мына формулалармен анықтайды:

$$X_o = \frac{\sum_{k=1}^n P_{p.k} X_k}{\sum_{k=1}^n P_{p.k}} \quad (10)$$

$$Y_o = \frac{\sum_{k=1}^n P_{p.k} Y_k}{\sum_{k=1}^n P_{p.k}} \quad (11)$$



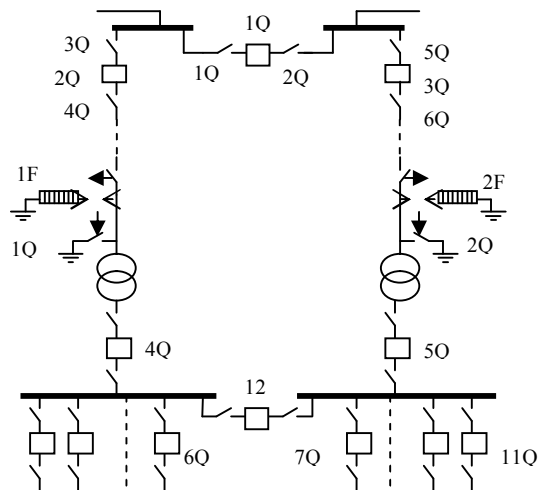
Сурет 1 Кәсіпорынның бас жоспары

**Ескерту:** Курстық жобаны күрделендіру қажет болған жағдайда (курстық жоба жетекшісінің шешімімен), жарықтандыру жүйесі үшін, арнайы активті қуат есептеледі, ол жоспарда цехтың есептік қуатының шеңберінде ашық түсті сектормен белгіленеді.

### 2.3 ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ СҰЛБАСЫН ТҰРҒЫЗУ

Электр тораптарының сұлбалары - қабылдағыштарда талап ететін сапалы энергияны, торапты пайдаланудың ыңғайлылығы мен қауіпсіздігін, оның алдағы уақытта даму мүмкіндігі және жана тұтынушыларды қосуды аз шығынмен, қажетті электрмен жабдықтау сенімділігімен қамтамасыз етуі керек. Сонымен қатар электр торабы үнемді және қолайлы болуы керек. Жобалық практикада рационалды торап құрылымын тұрғызу үшін нұсқалық әдіс қолданады, яғни тұтынушылардың орналасуына қарай бірнеше нұсқа қарастырылады, соның ішінен техико-экономикалық салыстыру негізінде ең тиімдісі алынады. Қабылданған сұлба пайдалнуға ыңғайлы және қолайлы, мүмкіндігінше бір ретті, бір номиналды кернеуі бар көп контурлы сұлбалар сияқты болуы керек. Бұндай сұлбадағы кез-келген тізбекті айыру тораптық толық жұмыс режимінің нашарлауына әсері мардымсыз болуы керек.

Кәсіпорынды электрмен жабдықтау ережеге сәйкес жүйенің қосалқы станциясынан жүргізіледі. Егер кәсіпорында электр жабдықтау сенімділігі бойынша, I категориялы тұтынушылар болса, онда оларды электр энергиясымен қоректендіру екі әуелік тұйық радиалды электр беріліс желісімен (ЭБЖ) жүргізіледі (сурет 2). Қарапайым шешім ретінде БТҚС-да екі күштік трансформаторды орнату болып табылады.



Сурет 2. Кәсіпорынды электрмен жабдықтау сұлбасы

Бір ЭБЖ немесе бір күштік трансформатор істен шыққан кезде, істе қалған екінші ЭБЖ мен трансформатор рұқсат етілетін асқын жүктемені есептегенде толық немесе 75% есептік жүктемені беруді қамтамсыз ету керек.

БТҚС кірісіндегі шығынды азайту үшін бөлгіштер мен қысқы тұйықтағыштарды орнату қарастырылған. Апаттық режим кезінде тұйық ЭБЖ коммутациялау, жүйенің қосалқы станциясының ЭБЖ-де бастапқыда орнатылған ажыратқышпен жүргізіледі. Қоректендіретін желілер арасында, электрмен жабдықтау сенімділігін көтеру үшін, ЭБЖ біреуі істен шыққан кезде екінші күштік трансформатордың жұмысын сақтауға мүмкіндік беретін айырғыштар мен ажыратқыштарды қарастырылады. БТҚС -ның түйіндік пункті болып, қосалқы станция тұтынатын барлық тоқ өткізгіш жинақты шиналар жүйесі табылады.

БТҚС -да күштік трансформатордың 2-ші ретті орамасының әрбір кернеуі үшін, жалғыз секциялы жинақты шиналар жүйесі қолданылады. Әрбір секцияға ажыратқыштардан басқа, күштік трансформатордың төменгі кернеу орамасы және есептік қуаты, шамамен, кәсіпорынның есептік қуатының жартысына тең электр қабылдағыштары жалғанады.

**Ескерту:** 2 суретте келтірілген сұлбаны негізге ала отырып, өзінің есептелген нұсқасы бойынша нақты сұлбаны тұрғызу кезінде, 6-10 кВ желістен цехтарға шығып жатқан шиналарды, жүктемесі бірдей болатындай етіп орналастыру ұсынылады, шығыстық есептік қуаты көрсетіліп, сәйкес цехтың нөмірімен нөмірленеді.

I категориялы тұтынушылар үшін, жинақты шинаның әртүрлі секцияларынан жеке кірістер қарастырылады. Секциялар арасында, резервтің (АҚҚ – автоматты қайта қосқыш) автоматты кірісін қамтамасыз ететін, секциондық ажыратқыш орнатылады. . Көп жағдайда екі тізбекті жиі I категориялы тұтынушылардың электрмен қамту сенімділігінің талаптарын қанағаттандырмайды, өйткені тірек зақымданған кезде, мұздақта қорек көзі толық ажыратылуы мүмкін. Бұндай тұтынушылар үшін екі жекеленген желі қарастырылуы қажет.

II категориялы тұтынушылар үшін де көп жағдайда екі жекеленген желі немесе екі тізбекті желі қарастырылады. Алайда, әуе желілерінің апаттық жөндеу уақытының аздығын ескеріп, II категориялы жүктемелерді электрмен қамтуды бір әуе желісімен жүргізуге рұқсат етіледі.

III категориялы электр қабылдағышы үшін, бір қорек көзінен қоректенетін немесе жақын жерде өтіп жатқан желіден отпайка ретінде бір желіспен қоректендіру де жеткілікті. Алайда, апаттық және жоспарлы жөндеу кезінде, қорек көзінің қалпына келу уақытын бір тәуліктен асырмауды қамтамасыз етуі керек.

Найзағайлы және коммутациялық асқын жүктемеден шектеу үшін БТҚС кірісінде разрядниктер орнатылады. Электрлік қауіпсіздікті көтеру мақсатында, жерге тұйықталудан қорғаныс құрылғыларының сенімді жұмысын қамтамасыз ететін және көмір, сланцты шахталарда жерасты тұтынушыларынаың қоректендіру кернеуінің жұмыс режимін жақсарту үшін, үш орамалы күштік трансформатордың әртүрлі төменгі кернеулі орамасынан жүргізеді және 6/6,3 кВ бөлгіш тарнсформаторды қолданады. Электр жабдықтаудың құрастырылған сұлбасы оперативті қайта қосылуды, сонымен қатар, жекелеген аппараттарды жөндеуге шығарумен байланысты қайта қосуды қамтамасыз етуі керек.

### 3 РАЦИОНАЛДЫ КЕРНЕУДІ ТАҢДАУ

Номиналды кернеу – желінің габаритті өлшемдерін, трансформаторларын, қосалқы станцияны, коммутациялық аппараттарды және олардың құны анықтайтын тораптың негізгі параметрі. Торап кернеуі жүктеме қуатына және оларды қорек көзінен алшақтығына байланысты болады. Тораптың кернеуі негізгі экономикалық факторларды анықтаумен таңдалады.

Рационалды кернеумен, минималды келтірілген жылдық шығын кезіндегі кернеу түсіндіріледі. Рационалды кернеуді таңдаған кезде, жүйенің қосалқы станциясында қолданылатын кернеу деңгейімен ерекшеленетін, кәсіпорынды электрмен жабдықтаудың үш нұсқасы үшін, жылдық келтірілген шығынның есебі жүргізіледі. Есептер салыстыру сипатында болатындықтан, оларды орындаған кезде, әртүрлі нұсқа үшін ерекшеленетін, құраушыларын ескереді. Шығындардың өлшем бірлігі ретінде шартты бірлікті аламыз. Пайдалану шығындары, оған жалпы өндірістік шығындар, жалақы, ағымдық жөндеу шығындарын салыстырмалы нұсқалар үшін бірдей деп аламыз және келтірілген шығынды анықтаған кезде ескермейді.

Рационалды кернеуді анықтаған кезде, келтірілген жылдық шығын (ш.б) мына формуламен анықталады:

$$Z_{\Sigma} = 0,12 \cdot K + C_3 \quad (12)$$

мұндағы:  $K$  — капитал салымы, ш.б.;

$C_3$  — пайдалану шығыны, ш.б.

$$C_3 = C_a + C_{\text{п}}, \quad (13)$$

мұндағы:  $C_a$  — амортизациялық бөлінім,

$C_{\text{п}}$  — электр энергиясы шығынының құны, ш.б.

Қаражат бөлінуін қысқарту үшін курстық жұмысты орындаған кезде, келтірілген жылдық шығынды БТҚС-ның жоғарғы кернеу жағындағы және жүйенің қосалқы станциясында орнатылған, коммутациялық аппараттар және жоғарғы кернеудегі әуелік ЭБЖ үшін анықтайды.

Капитал салымын мына формуламен анықтаймыз:

$$K = K_{\text{л}} + K_{\text{а.э.}} \quad (13)$$

мұндағы:  $K_n$  — әуелік тұйық ЭБЖ-і қондырғыларының құны, ш.б.;

$K_{a.э.}$  — жоғарғы кернеу электр аппараттарының құны, ш.б..

### 3.1 КАПИТАЛ САЛЫМЫН АНЫҚТАУ

Әрбір салыстырмалы нұсқалар үшін, капитал шығындары үлкейтілген технико-экономикалық көрсеткіштерімен анықталады. Әуелік ЭБЖ-рін тартуға арналған капитал салымын анықтау үшін, сымның қимасы рұқсат етілген қызуы және тоқтық экономикалық тығыздығы бойынша таңдалады.

$$I_p = \frac{S_p}{1,3 \cdot \sqrt{3} U_n} \quad (14)$$

мұндағы:  $U_n$  — қарастырылған нұсқадан алынған желілік кернеу, кВ;

1,3 — ЭБЖ-нің біреуі зақымданған немесе айырылған кезіндегі екіншісінің асқын жүктелуін анықтайтын коэффициент.

ЭБЖ-дегі сымдардың қимасы рұқсат етілетін қызуы  $S_{л.д.}$  (5 кесте)  $I_{л.д.} > I_p$  шартымен анықталады, мұндағы:  $I_{л.д.}$  — қызу шарты бойынша рұқсат етілген ток, А.

5 кестеде  $\Delta P_{н.л.}$  — ЭБЖ-нің толық жүктемедегі активті қуаттың шығыны, кВт/км;

**Ескерту:** есептеу кезінде ЭБЖ-нің берілетін қуатын, жүктеу көлеміне байланысты қайта есептеу қажет.

$l_{\Delta U}$  — толық жүктеме кезінде кернеудің 1 %-ы жоғалатын желінің ұзындығы, км.

Таңдалған сымның қимасы  $S_{л.д.}$  апаттық режим кезінде толық есептік қуаттың  $S_p$  қашықтыққа жеткізілуін қамтамасыз етеді:

$$l_d = l_{\Delta U} \cdot \Delta U_{доп} \frac{S}{S_p} \quad (15)$$

мұндағы:  $\Delta U_{доп} = 10\%$  — апаттық режим кезіндегі ЭБЖ-нің рұқсат етілетін кернеу шығыны;

$S = \sqrt{3} U_n \cdot I_{л.д.}$  — қызу шартына бойынша рұқсат етілетін ЭБЖ-мен берілетін толық қуат, кВ·А.

Егер  $l_d > l$  ( $l$  — жүйенің қосалқы станциясынан кәсіпорынның басты төмендеткіш қосалқы станциясына дейінгі қашықтық, км) болса, онда ЭБЖ-нің таңдалған сымдарының қималары жүйенің қосалқы станциясынан

кәсіпорынға берілетін толық есептік қуаттарының техникалық талаптарына сәйкес келеді.

Егер  $l_0 < l$ , болса, онда қарастыру үшін ЭБЖ сымдарының үлкендеу қимасы таңдалады.

Тоқтың экономикалық тығыздығына байланысты сымдардың қимасы:

$$S_{л.э.} = \frac{I_p}{j_э} \quad (15)$$

мұндағы:  $j_э$  — тоқтың экономикалық тығыздығы, А/мм<sup>2</sup> (6 кесте).

$S_{л.д.}$  және  $S_{л.э.}$  (5 кесте) қималарының аса үлкенінен ЭБЖ-нің қималарының стандартты қимасына жақын мәні және кәсіпорынның капитал салымы  $K_{л.}$  анықталады. Капитал салымының  $K_{л.}$  есептеу нәтижелері 7 кестеге енгізіледі, және онда қабылданған ЭБЖ-нің қималарының рұқсат етілетін тогы  $I_{л.д.}$  және ЭБЖ-нің толық жүктеме кезіндегі активті қуат шығыны  $\Delta P_{н.л.}$  көрсетілген.

Кесте 7 Кәсіпорынның әуелік ЭБЖ-нің капитал шығындарының мәндері

U <sub>н</sub> кВ	I <sub>р</sub> А	S <sub>л.д.</sub> мм <sup>2</sup>	j <sub>э</sub> А/мм <sup>2</sup>	S <sub>л.э.</sub> мм <sup>2</sup>	S <sub>л.</sub> мм <sup>2</sup>	I <sub>л.д.</sub> А	ΔP <sub>н.л.</sub> кВт/к м	K <sub>л.</sub> мың. ш.б.

Қабылданған сұлбаға сәйкес жоғары кернеу электр аппараттарына капитал салымын  $K_{а.э.}$  анықтау үшін,  $U_{на} \geq U_{н}$  және  $I_{на} \geq I_{н}$  шартынан, (8-10 кесте) техникалық сипаттамасын ескеріп, алдын-ала таңдау жүргізіледі, мұнда сонымен қатар ЭБЖ қабылданған қимасы үшін  $I_{л.д.}$  рұқсат етілетін ток және толық жүктеме кезіндегі  $\Delta P_{н.л.}$  ЭБЖ активті қуатының шығыны көрсетіледі.

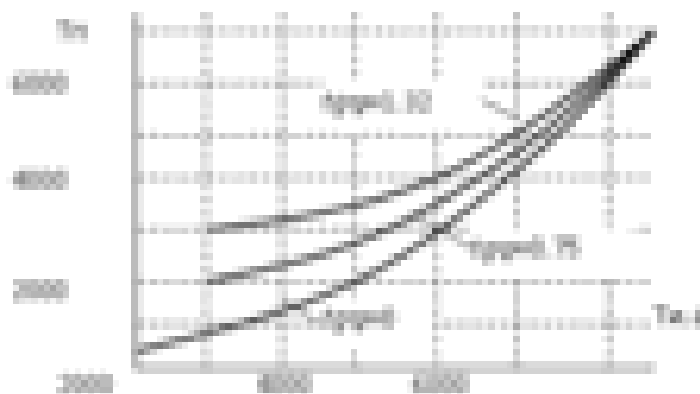
Қабылданған сұлбаға сәйкес капитал салымын анықтау үшін,  $U_{на} \geq U_{н}$  и  $I_{на} \geq I_{р}$  шартынан, (8-10 кесте) техникалық сипаттамасын ескеріп, алдын-ала таңдайды.

мұндағы:  $U_{на}$ ,  $I_{на}$  аппараттың номиналды кернеуі және тогы;  
 $U_{н}$ ,  $I_{р}$  - қарастырылған нұсқаның номиналды желілік кернеуі және есептік тогы. Электр аппараттарының капиталды салымының есептеу нәтижесі 11 кестеге енгізіледі.

Кесте 11. Жоғарғы кернеу электрлік аппараттарының капитал салымының есебі

Типі	Айырғыштар	Ажыратқыштар	Бөлгіштер	Қысқатұйық тағыштар	Разрядниктер
Саны					
Құны мың. ш.б.					

### 3.2 САЛЫСТЫРМАЛЫ НҰСҚАЛАР ҮШІН ПАЙДАЛАНУ ШЫҒЫНЫН АНЫҚТАУ



Сурет 3 Максимум жүктемені қолдану сағатының санынан электр энергиясы шығыны санының тәуелділігі

Әуелік ЭБЖ электр энергия шығынының құны:

$$C_n = 2 \cdot 10^{-3} \Delta P_{н.л} l \cdot k_{з.л}^2 T_n c_0 \quad (16)$$

мұндағы:  $k_{з.л}$  – желінің жүктеме коэффициенті;

$T_n$  - электр энергиясының жылдық шығынының уақыты;

$c_0$  - 1 кВт·сағ электр энергиясының құны.

$T_n$  – электр энергиясының жылдық шығынының сағат саны, 3 суреттегі қисық бойынша анықталады, желінің жүктелу коэффициенті мына формуламен анықталады:

$$k_{з.л} = \frac{I_p}{I_{л.д}} \quad (17)$$



ЭБЖ және жоғарғы кернеу электр аппараттары үшін амортизациялық бөлінулер:

$$C_a = C_{a.l} + C_{a.э} = E_{a.l} K_l + E_{a.э} K_{a.э} \quad (17)$$

мұндағы:  $E_{a.l}$  және  $E_{a.э}$  - сәйкесінше, ЭБЖ және жоғарғы кернеулі электрлік аппараттарына (кесте 12) жалпы нормалық амортизациялық бөлінулер.

Кесте 13 Пайдалану шығынының есебі

U <sub>н</sub> кВ	C <sub>о</sub> ш.б./кВт.ч	Тп ч	Кз.л	Сп мың. ш.б.	Еа	Кл мың. ш.б.	Еэ	Кэ мың. ш.б.

Электрмен жабдықтаудың қабылданған сұлбасына сәйкес,  $U_{н.а} \geq U_n$  және  $I_{н.а} \geq I_p$  шартынан, (8-10 кесте) техникалық сипаттамасын ескеріп, жоғарғы кернеу электр аппараттарын алдын ала таңдаймыз.

мұндағы:  $U_{н.а}$  және  $I_{н.а}$  — аппараттың номиналды кернеуі және тогы;  $U_n$  және  $I_p$  — қарастырылатын нұсқаның есептік тогы және номиналды желілік кернеуі.

Электр аппараттың капитал салымының есептеу нәтижесін 13 кестеге енгізіміз.

Салыстырмалы нұсқалар бойынша жылдық келтірілген шығындар ( $U_n$ ;  $K$ ;  $C_э$ ;  $З_э$ ) кестеге енгізіледі.

Қолдану үшін, келтірілген жылдық шығыны аз кернеу қабылданады. Егер салыстырмалы нұсқалар үшін келтірілген шығындар 5% аспаса, онда ең жоғарғы кернеу қабылданады.

#### 4 КҮШТІК ТРАНСФОРМАТОРЛАРДЫ ТАҢДАУ

Өнеркәсіптік кәсіпорынның екі трансформаторлы ҚС үшін, БТҚС-ның күштік трансформаторларының қажетті қуаты мына формуламен анықталады:

$$S_T = \frac{k_1 \cdot S_p \cdot 10^{-3}}{k_{доп}} \quad (18)$$

мұндағы:  $k_1 = 1$  — үздіксіз жұмыс үшін;

$k_1 = 0.75$  — пайдаланудағы үзілісті ескеру;

$k_{доп}$  — трансформатордың асқын жүктемесінің рұқсат етілетін коэффициенті:

$$k_{доп} = 1 - k'_{доп} + k''_{доп} + \frac{5 - \theta_{с.г.}}{100}, \quad (19)$$

мұндағы:  $k'_{доп} = (1 - k_{з.г.}) \cdot 0,3$  — тәуліктің қалған уақыт бөлігінде трансформаторды толық қолданбау есебінен жүзеге асатын, номиналды паспорттық қуатынан да жоғары максималды жүктеме сағатындағы трансформатордың қосымша жүктемесінің рұқсат етілетін коэффициенті;

$k_{з.г.}$  — толық қуаттың немесе тоқтың графигін толтыру коэффициенті;

$k''_{доп} \leq 0,15$  — жазғы уақыттағы трансформатордың толық жүктелмеуі есебінен жүзеге асатын жылдың қысқы уақытындағы трансформатордың қосымша рұқсат етілетін жүктемесін ескеретін коэффициент;

$\theta_{с.г.}$  — қоршаған ауаның орташа жылдық температурасы, °С .

Рұқсат етілетін шекті асқын жүктеме коэффициенті 1,3-тен аспауы тиіс.

Егер жылдың жаз айларында күштік трансформатордың жүктеме графигінің максимумы оның номиналды қуатынан кіші болса, онда жылдың қысқы айларында әрбір жаз айларындағы жеткіліксіз жүктеме үлесі үшін трансформатордың асқын жүктелуі 15%-тен көп болмауы керек;

Табылған  $S_T$  шамасы бойынша, трансформатордың номиналды қуаты  $S_{т.н.} \geq S_T$  шартынан БТҚС-та орнатылған күштік трансформатордың мүмкін типтік өлшемдерін анықтайды. БТҚС-да орнату үшін типтік өлшемдері минимальды келтірілген жылдық шығыны құрайтын күштік трансформаторлар таңдалады.

БТҚС-дағы күштік трансформаторлардың келтірілген жылдық шығыны:

$$З_T = 0,12 \cdot K_T + C_{э.т.}, \quad (20)$$

мұндағы:  $K_T$  — БТҚС-дағы күштік трансформаторлардың капитал салымы, мың ш.б;

$C_{э.т.}$  — күштік трансформаторларды пайдалану шығыны;

$$K_T = 2 \cdot K_{TI} \quad (21)$$

мұндағы:  $K_{TI}$  — бір күштік трансформатордың бағасы.

Есептің салыстырмалы сипаттамасын ескерген кездегі пайдалану шығыны:

$$C_{э.т.} = C_{a.т.} + C_{n.т.}, \quad (22)$$

мұндағы:  $C_{a.т.}$  — күштік трансформаторларға амортизациялық бөлінулер;

$C_{n.т.}$  — трансформатордағы шығын құны.

$$C_{a.т.} = 2 \cdot E_{a.т.} \cdot K_{TI}, \quad (23)$$

мұндағы:  $E_{a.т.}$  — күштік трансформаторларға кететін (кесте 12) жалпы амортизациялық нормалар.

Күштік трансформаторлардағы электр энергиясы шығынының құны:

$$C_{n.т.} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot [\Delta P_X + \kappa_{u.n.} \cdot \Delta Q_X + \kappa_{з.т.}^2 \cdot (\Delta P_K + \kappa_{u.n.} \cdot \Delta Q_K)] T_n \cdot c_0 \quad (24)$$

мұндағы:  $\Delta P_X$  және  $\Delta Q_X$  — бос жүріс режиміндегі трансформатордың активті және реактивті қуаттарының шығыны;

$\Delta P_K$  және  $\Delta Q_K$  — құсқа тұйықталу режиміндегі трансформатордың активті және реактивті қуаттарының шығыны;

$\kappa_{з.т.}$  — трансформатордың жүктеме коэффициенті;

$\kappa_{и.п.} = 0,05$  — генераторлы қосалқы станциядан өнеркәсіптік кәсіпорынға реактивті қуатты беру кезіндегі активті қуаттың шығынын ескеретін коэффициент.

#### **4.1 ЖЕКЕЛЕНГЕН ЦЕХТАРДЫ ҚОРЕКТЕНДІРЕТІН КАБЕЛЬДЕРДІ (НЕМЕСЕ ӘУЕ ЖЕЛІСІНІҢ СЫМДАРЫН) ТАҢДАУ**

Курстық жобаны орындаған кезде, өнеркәсіптік кәсіпорынның жекелеген цехтарын электр энергиясымен қоректендіру үшін, кабельдік, ал алыстатылған электр қабылдағыштар бар болса, АС маркалы сымды әуелік біртізбекті ЭБЖ қабылданады. Цехтарды және қондырғыларды қоректендіретін номиналды кернеу 6 кВ тең. Әрбір цех (қондырғы) үшін қоректендіретін желінің ұзындығы  $l_k$ , БТҚС-ның орналасу орынын

таңдаумен, өнеркәсіптік кәсіпорынның бас жоспарын негізге ала отырып анықтайды(сурет1). Жекеленген цехтар (қондырғылар) үшін активті жүктемені максималды қолдану уақытының саны, ғимаратта көрсетілген, кәсіпорынның активті жүктемесін максималды қолдану сағат саны тең деп алады. Цехқа немесе қондырғыға келетін ЭБЖ-нің есептік тогы:

$$I_{p.l} = \frac{S_{p.k}}{\sqrt{3}U_n} \quad (25)$$

Сымдар қимасын таңдау, 3 бөлімде алдын-ала қаралған токтың экономикалық тығыздығы және рұқсат етілетін токтың қызу шарты бойынша жүргізіледі. 6 кВ АС сымымен орындалған әуелік ЭБЖ технико-экономикалық сипаттамасы 5 кестеде келтірілген, кабельдік желілер үшін ЭБЖ 15 кестеде.

Активті және индуктивті кедергілер мына формуламен анықталады:

$$R_{л.к.} = r_0 \cdot l_k, \text{ Ом} \quad (26)$$

$$X_{л.к.} = x_0 \cdot l_k, \text{ Ом} \quad (27)$$

мұндағы:  $r_0$  және  $x_0$  — бір км ЭБЖ-нің активті және индуктивті кедергі.  $r_0$  шамасын әрбір қима үшін 16 кесте бойынша, ал  $x_0$ - 15 кесте бойынша таңдаймыз.

Кәсіпорынның жекеленген цехтарын электр энергиясымен қоректендіретін ЭБЖ таңдау нәтижесі 17 кестеде келтірілген.

Кесте 17 Кәсіпорынның жекеленген цехтарын қоректендіретін, ЭБЖ параметрлерін таңдау

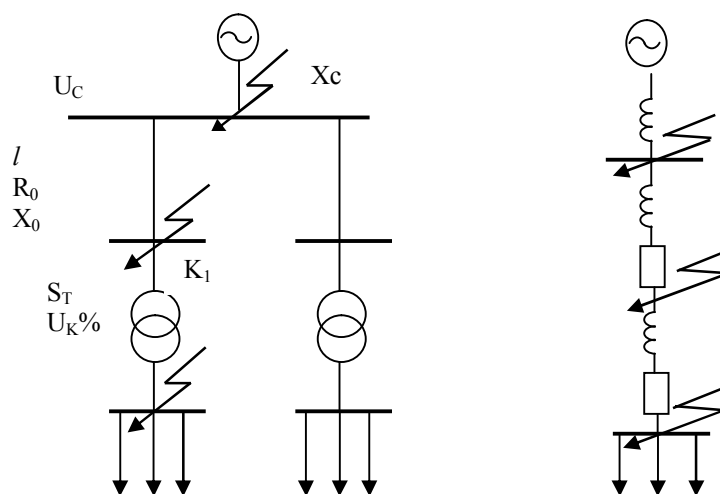
Қондырғы	$l$ км	$I_{p.k}$ А	$S_{л.д}$ мм <sup>2</sup>	$J_{э}$ А/мм <sup>2</sup>	$S_{л.э}$ мм <sup>2</sup>	$S_{л}$ мм <sup>2</sup>	$R_{л.к}$ Ом	$X_{л.к}$ Ом

## 5 ҚЫСҚА ТҰЙЫҚТАЛУ ТОҒЫН ЕСЕПТЕУ

Қысқа тұйықталу тоғын есептеу электр аппараттарды және өткізгіштерді электрдинамикалық және термиялық тұрақтылыққа тексеру, релелік қорғанысты жобалау мен баптау үшін жүргізеді. Қысқа тұйықталу орнының қорек көзіне электростанция генераторы, 1000 В-тан жоғары кернеуге арналған электроқозғалтқыштар мен энергожүйелер жатады, егер олар қысқа тұйықталу орнымен, кабель желілері, тоқ өткізгіштер немесе желілік резисторлар арқылы байланысқан болса.

Электроқозғалтқыштарының әрекеті қысқа тұйықталудың бастапқы моментінде ғана ескеріледі.

ҚТ тоғын есептеу үшін, электрмен жабдықтау жүйесінің (ЭЖЖ) сұлбасын талдау негізінде және бір желісті электрлік сұлба болып табылатын, қалыпты режимге сәйкес келетін есептік сұлба тұрғызылады. Есептік сұлбада барлық қорек көзі және торап элементтері көрсетіледі, ҚТ тоғының есебі жүргізілетін қажетті орны белгіленеді. Қорек көзінің және ЭЖЖ элементтерінің параметрлері бастапқы берілгендерде көрсетілген.



Сурет 4 Электрмен жабдықтау сұлбасы үшін ҚТ тоғын есептеген кездегі есептік және алмастыру сұлбасы

Есептік сұлба негізінде алмастыру сұлбасы тұрғызылады.

**Ескерту:** Қысқа тұйықталу тоғын есептеу курстық жоба жетекшісінің нұсқауы бойынша физикалық бірлікте немесе салыстырмалы базистік бірлікте жүргізілуі мүмкін. Жетекшімен ҚТ режимінің қажетті көлемі анықталады.

Энергожүйеден қоректенген кездегі, физикалық бірліктегі үш фазалы ҚТ-дағы тоқтың периодты құраушысының әрекеттік мәні:

$$I_k^{(3)} = \frac{U_{\delta}}{\sqrt{3}Z_c} \quad (28)$$

мұндағы:  $Z_c = \sqrt{R_c^2 + X_c^2} \quad (29)$

$$R_c = \sum_{n=1}^p R_n \quad (30)$$

$$X_c = \sum_{n=1}^m X_n \quad (31)$$

$p$  – қорек көзінен ҚТ орнына дейінгі тізбектей жалғанған активті кедергілердің саны;

$m$  - қорек көзінен ҚТ орнына дейінгі тізбектей жалғанған индуктивті кедергілердің саны;

Егер  $R_c/X_c < 0.3$ , онда үш фазалы ҚТ-дағы тоқтың периодты құраушысын есептеген кезде  $R_c$  активті кедергісін ескермейді. Екі фазалы ҚТ-дағы тоқтың периодты құраушысы:

$$I_k^{(2)} = I_k^{(3)} \sqrt{3}/2 \quad (32)$$

Энергожүйеден қоректенген кездегі үш фазалы симметриялы ҚТ-дың соққы тоғы:

$$i_y = \sqrt{2}k_y I_k^{(3)} \quad (33)$$

мұндағы:  $k_y = 1 + e^{-0.01/T_a}$  - соққы коэффициенті;

Энергожүйеден қоректенген кездегі үш фазалы симметриялы тұйықталудағы тоқтың аperiodты құраушысының сөну уақытының тұрақтысы:

$$T_a = \frac{X_c}{\omega R_c} \quad (34)$$

мұндағы:  $\omega = 2\pi f$  ;

$f$  – қоректендіретін тораптың жиілігі, Гц.

Энергожүйеден қоректенген кездегі қысқа тұйықталу уақытындағы тоқтың жылулық импульсі:

$$B_k = (I_k^{(3)})^2 \left[ t_{откл} + T_a (1 - e^{-2t_{откл}/T_a}) \right] \quad (35)$$

мұндағы:  $t_{откл} = t_3 + t_{выкл}$  қысқа тұйықталу басталғаннан, оны ажыратқышпен айырғанға дейінгі уақыт;

$t_3$  – қорғаныстың әрекет ету уақыты, с;  $t_{выкл}$  - ажыратқыштың айыру уақыты, с.

Қысқа тұйықталудың келтірілген уақыты:

$$t_n = \frac{B_k}{(I_k^3)^2} \quad (36)$$

**Ескерту:** ҚТ режимінің есебін қысқарту үшін, 1 кВ жоғары қондырғыларда рұқсат етіледі:  $T_a=0,05$ с уақыт тұрақтысы, бұл кезде:  $k_y=1,8$ . Қысқа тұйықталу тоғын есептеу нәтижелері 18 кестеге енгізіледі. Егер, жерасты электр қабылдағыштарын қоректендіретін желінің ҚТ қуаты, 50 МВ·А асса, онда берілген ЭБЖ үшін, ҚТ қуатын азайтатын реакторлар қарастырылуы керек.

Кесте 18. Қысқатұйықталу тоғын есептеу нәтижелері

ҚТ орыны	$R_{\Sigma}$	$X_{\Sigma}$	$Z_{\Sigma}$	$I^{(3)}$ кА	$S^{(3)}$ МВ·А	$I^{(2)}$ кА	$T_a$ с	$K_y$	$B_k$ кА <sup>2</sup> ·с	$t_n$ с

## 5.1 ЭЛЕКТЛІК АППАРАТТАРДЫ ТАҢДАУ ЖӘНЕ ТЕКСЕРУ

Курстық жобаны орындаған кезде, өнеркәсіптік кәсіпорынды электрмен жабдықтаудың құрастырылған сұлбасы үшін, студент, жүйенің қосалқы станциясында, БТҚС кірісінде және жекеленген цехтарға тарайтын электр беріліс желілерінде орнатылатын электрлік аппараттарды таңдайды.

Ажыратқыштарды, айырғыштарды және бөлгіштерді түрі, орындалу формасы (сыртқы және ішкі орнатылуға арналған), номиналды кернеуі  $U_{на}$  номиналды тоғы  $I_{на}$  бойынша таңдайды.

Номиналды кернеу және ток бойынша таңдау 3 бөлімде келтірілген.

Қысқатұйықтағыштарды номиналды кернеуі бойынша ажыратқыштар сияқты таңдайды.

Ажыратқыштарды рұқсат етілетін соққы тоғы  $i_y$ , термиялық тұрақтылық және айыру тоғы бойынша тексереді. Тексеру шарты: Соққы тоғы бойынша  $i_{н.у} \geq i_y$ , мұндағы,  $i_{н.у}$  - аппараттың номиналды соққы тоғы, кА;

Айыру тоғы бойынша  $I_{н.о} \geq I_{р.о}$ , мұндағы,  $I_{но}$  және,  $I_{ро}$  – аппараттың номиналды және есептік айыру тоғы:

$$I_{p.o} = \sqrt{2}I_k^{(3)}(1 + \exp(\frac{-t_{омкл}}{T_a})) \quad (37)$$

Термиялық тұрақтылық бойынша:

$$I_{н.т.с.} \geq I_T, \quad I_T = I_k^{(3)} \sqrt{\frac{t_n}{t_{н.т.с.}}} \quad (38)$$

мұндағы:  $I_{н.т.с.}$  – нормаланған уақыттағы  $t_{н.т.с.}$  термиялық тұрақтылықтың номиналды (рұқсат етілітін) тоғы.

Айырғыштарды, бөлгіштерді және қысқатұйықтағыштарды соққы тоғы, термиялық тұрақтылық тоғы бойынша, ажыратқышты тексерген формуламен тексереді. Жоғарғы кернеулі ажыратқыштардың, айырғыштардың, қысқатұйықтағыштардың және бөлгіштердің техникалық сипаттамалары 9-10 кестелерде келтірілген.

Электлік аппараттарды таңдау нәтижелерін 19 кестеге жазамыз.

Кесте 19. Электлік аппараттарды таңдау нәтижелері

№	Ун. кВ	Ір кА	$i_y$ кА	І <sub>Т</sub> кА	І <sub>р.о</sub> кА	Типі	Ун.а кВ	Ін.а кА	$i_{н.у}$ кА	І <sub>н.т</sub> кА	І <sub>н.о</sub> кА



## 6 КУРСТЫҚ ЖОБАҒА БАСТАПҚЫ БЕРІЛГЕНДЕР

Кәсіпорынның орналасу орыны.

Өнеркәсіптік кәсіпорынның қондырғыларының және цехтарының қосынды активті орнатылған қуаты  $P_{уст.к}$ , кВт.

Жекеленген цехтардың және қондырғылардың электрлік жүктеме орталығының координаталары.

Қосалқы станциядағы  $U_{1н} U_{2н} U_{3н}$  кВ, кернеулері.

Энергожүйенің қосалқы станциясының шинасындағы  $S_c^{(3)}$  қуаты немесе үш фазалы симметриялы қысқа тұйықталу  $I_c^{(3)}$  тоғы.

Қосалқы станциядан кәсіпорынға дейінгі қашықтық  $l$  км.

Активті қуатты  $T_{и.а}$  жылына максималды қолдану сағатының саны.

Активті қуаттың графигін толтыру коэффициенті  $k_{з.г}$ .

Күштік трансформатордың қысқы кездегі, оларды жазғы кездегі жүктелмеуі есебінен, рұқсат етілген қосымша жүктемесінің коэффициенті  $k_{доп}$ .

Қоршаған ортаның орташа жылдық температурасы  $\theta_{с.г}$  °С.

1 кВт электрлік энергияның құны,  $c_o$ , салыстырмалы бірлік.

Релелік қорғаныстың әрекет ету уақыты,  $t_3$ , с.

Кесте 20 Курстық жобаға нұсқа таңдау

Нұсқа 1							
ҚС нөмірі	S, МВа	cos φ	Тұтынушылар категориялары			X, мм	Y, мм
			I	II	III		
1	5	0,85	100	0	0	45	200
2	2	0,75	0	0	100	50	150
3	5	0,75	60	40	0	70	130
4	2	0,75	0	0	100	80	170
5	2	0,75	0	0	100	135	170
Нұсқа 2							
1	2	0,8	0	0	100	35	150
2	5	0,85	100	0	100	30	100
3	5	0,75	60	40	0	35	70

4	1	0,78	0	0	100	100	150
5	1	0,78	0	0	100	70	120
Нұсқа 3							
1	5	0,89	100	100	0	50	200
2	1	0,7	0	0	100	35	240
3	5	0,85	100	0	0	90	220
4	1	0,75	0	0	100	145	200
5	1	0,7	0	0	100	33	175
Нұсқа 4							
1	5	0,85	100	0	0	55	120
2	2	0,7	0	0	100	90	185
3	2	0,7	0	0	100	130	160
4	2	0,7	0	0	100	170	170
5	2	0,7	0	0	100	155	120
Нұсқа 5							
1	2	0,7	60	0	0	65	55
2	2	0,8	0	0	100	40	70
3	2	0,75	60	40	0	53	82
4	2	0,8	0	0	100	42	97
5	2	0,8	0	0	100	90	70
Нұсқа 6							
1	1	0,65	0	0	100	70	60
2	1	0,65	0	0	100	45	70
3	5	0,85	60	40	0	50	82
4	2	0,65	0	0	100	40	95
5	1	0,75	0	0	100	60	105
Нұсқа 7							
1	5	0,85	100	0	0	50	95

2	5	0,85	100	0	0	65	95
3	5	0,85	60	40	0	70	115
4	2	0,75	0	0	100	50	120
5	1	0,75	0	0	100	60	135
Нұсқа 8							
1	1	0,65	100	0	0	110	160
2	1	0,6	0	0	100	170	125
3	2	0,75	0	40	0	60	65
4	1	0,6	0	0	100	140	125
5	1	0,7	60	0	0	75	125
Нұсқа 9							
1	5	0,9	100	0	0	40	90
2	5	0,9	0	0	100	40	120
3	5	0,85	100	0	0	70	130
4	2	0,75	0	0	100	90	130
5	2	0,65	0	0	100	80	115
Нұсқа 10							
1	5	0,85	100	0	0	40	170
2	1	0,65	0	0	100	70	150
3	1	0,65	0	100	0	70	130
4	2	0,85	0	0	100	45	130
5	2	0,75	0	0	100	60	100
Нұсқа 11							
1	2	0,8	60	0	0	60	80
2	2	0,7	40	0	60	40	80
3	2	0,7	60	0	40	120	84
4	2	0,7	0	0	100	40	110
5	2	0,7	0	0	100	85	105

Нұсқа 12							
1	1	0,8	100	0	0	55	140
2	5	0,89	60	0	40	35	120
3	5	0,87	60	0	40	77	125
4	2	0,65	0	0	100	115	125
5	5	0,75	0	0	100	90	70
Нұсқа 13							
1	1	0,75	0	0	100	60	100
2	1	0,75	0	0	100	40	85
3	1	0,75	0	0	100	85	75
4	1	0,75	0	0	100	60	80
5	2	0,85	0	60	40	55	55
Нұсқа 14							
1	5	0,75	0	100	0	50	80
2	5	0,75	0	0	100	30	90
3	5	0,75	100	0	0	50	110
4	5	0,75	100	0	0	75	85
5	5	0,75	0	0	100	100	85
Нұсқа 15							
1	5	0,85	100	0	0	105	90
2	2	0,75	0	0	100	130	120
3	1	0,67	0	0	100	70	110
4	2	0,79	0	0	100	35	75
5	1	0,7	0	0	100	75	60
Нұсқа 16							
1	1	0,85	0	0	100	45	90
2	2	0,85	0	0	100	80	80
3	1	0,85	0	0	100	100	80

4	2	0,77	0	0	100	75	70
5	2	0,78	0	0	100	95	70
Нұсқа 17							
1	5	0,85	100	0	0	45	80
2	5	0,85	100	0	0	85	80
3	5	0,85	60	40	0	80	70
4	1	0,7	0	0	100	80	60
5	1	0,71	0	0	100	90	70
Нұсқа 18							
1	2	0,77	0	60	40	80	65
2	2	0,77	0	0	100	60	85
3	5	0,89	60	40	0	92	95
4	2	0,75	0	0	100	100	75
5	5	0,87	0	0	100	70	35
Нұсқа 19							
1	2	0,75	100	0	0	85	130
2	2	0,65	0	0	100	60	125
3	2	0,65	60	40	0	70	115
4	2	0,79	0	0	100	65	115
5	2	0,78	0	0	100	73	90
Нұсқа 20							
1	5	0,85	60	40	0	45	100
2	2	0,75	0	0	100	45	113
3	1	0,6	0	0	100	60	115
4	5	0,85	100	0	0	120	120
5	5	0,85	100	0	0	140	135

## **ҚОРЫТЫНДЫ**

Курстық жобаны орындау нәтижесінде өнеркәсіптік кәсіпорынды электрмен жабдықтау жобаланды.

Жобаланған курстық жұмыста:

- Кәсіпорынның есептік жүктемесі анықталып және БТҚС орналасу орыны таңдалған;

- Электрмен жабдықтау сұлбасы тұрғызылып, рационалды кернеу таңдалған;

- ҚТ тоғы есептеліп, жүйенің қосалқы станциясында, БТҚС кірісінде және жекеленген цехтарға тарайтын электр беріліс желілерінде орнатылатын электрлік аппараттар таңдалған.

Толық есептеулерді орындағаннан кейін, нәтижелерін талдап, жұмыс бойынша қорытынды шығару керек.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

### Негізгі

1. Кузембаева, Р.М. Электрические станции и подстанции : учеб. пособие для студ. электроэнергетич. спец. вузов / Р. М. Кузембаева, С. Е. Соколов, Г. Х. Хожин. - Алматы : АИЭС, 2010. - 92 с.
2. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей: Обязательны для всех потребителей электроэнергии независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. - 4-е изд. - СПб. : Изд-во Деан, 2000. - 192 с
3. Балаков, Ю.Н. Проектирование схем электроустановок : Учебное пособие для вузов / Ю.Н. Балаков– 2-е изд., М.: Издательство МЭИ, 2006.
4. Электроснабжение объектов: Учебник для студентов СПО / Е.А Конюхова - М.: Мастерство 2004г
5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - 6-й выпуск. - Новосибирск : Сиб. универ. изд-во, 2007. - 253 с
6. Хожин, Г.Х. Распределительные устройства станций и подстанций : Учеб. пособие / Хожин Г.Х. - А. : АИЭС, 2001. - 82 с

### Қосымша

7. Карташев, И.И. и комп. Управление качеством электроэнергии / И.И. Карташев - М.: Издательство МЭИ, 2006.
8. Крючков, И.П. и комп. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок: учебное пособие для вузов / И.П. Крючков – М.: Издательство МЭИ, 2008.
9. Акимова, Н.А. Монтаж. Техническая эксплуатация эл. и электромеханического оборудования / Н.А Акимова - М.– Мастерство 2002г
10. Сибикин, Ю.Д. «Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий» / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - Москва. ПрофОбрИздат-2002г.
11. Электротехнических справочник: в 4 томах./Под общ. Ред профессор МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 9-е издание., стер. – М.: Издательство МЭИ, 2004.
12. Гук, Ю. Б. Проектирование электрической части станций подстанций / Ю. Б. Гук, В. В. Кантан, С.С. Петрова. – Л. : Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
13. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
14. Нормы технологического проектирования подстанций с высшим напряжением 35-750 кВ. – М. : Минэнерго СССР, 1979. – 40 с.

- 15.Руководящие указания по расчету коротких замыканий, выбору и проверке аппаратов в проводниках по условиям короткого замыкания – М. : МЭИ, 1975. – 331 с.
- 16.Руководящие указания по релейной защите – М. : Энергия, 1961 – 1985, вып.1-13Б.
- 17.Справочник по проектированию подстанций 35-500 кВ / С.С. Рокотяна, Я.С. Самойлова. – М. : Энергоиздат, 1982. – 362 с.
- 18.Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2т. Т.1. Электроснабжение /А. А. Федорова. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 568 с.
- 19.Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах / С. А. Ульянов. – М.: Энергия 1970. – 519 с.
- 20.Гогичайшвили, П. Ф. Подстанции без выключателей на высшем напряжении / П.Ф. Гогичайшвили. – М. : Высшая школа, 1965. – 200 с.
- 21.Электрическая часть станций и подстанций //Справочные материалы для курсового и дипломного проектирование/ И. П. Крючков, Н. Н. Куршинский, Б. Н. Неклепаев. - М. : Энергия, 1978. – 456 с.



## Қосымша 1 Жобаның анықтамалық және есептік кестелері

Кесте 1 Электрлік жүктеменің үлкейтілген есебі үшін, электрлік қабылдағыштар тобының сұраныс коэффициенті және tgφ

Атауы	Кс	tgφ
Көтеру қондырғылары	0.45-	1-1.33
Негізгі желдеткіш қондырғылар	0.55	0.88
Компрессорлы станциялар	0.7-	0-0.75
Ауаны салқындату қондырғылары	0.77	0-0.75
Технологиялық комплекс	0.55	1
Насосты станциялар	0.70	1
Ағаш қоймасы	0.75	0.88
Көмір қоймасы	0.60	0.88
Басқа да қондырғылар	0.75	1.17
Өндіру жұмыстарының электр қабылдағыштары	0.35	1
Дренажды шахта	0.50	0.71
Электровоз депосы	0.60	0.88
Жүктерді жинақтау пункті	0.40	1
Уату-іріктеу цехы	0.65	1
Басты корпус	0.60	1
Кептіру бөлімі	0.60	1
Радиальды қоюландырғыш	0.65	0.88
Шламды шаруашылық	0.65	0.75
Азық-түлік қоймасы	0.65	1
Айналмалы пештер бөлімі	0.70	0.88
Гидрометаллургия бөлімі	0.50	0.88
Жөндеу цехы	0.70	1
Химлаборатория	0.70	0.88

Кесте 2 БТҚС кірісіндегі tgφ оптимальды мәні

Кәсіпорынның орналасу орыны	БТҚС кірісіндегі керену, кВ		
	220	150-110	35
Солтүстік-Батыс, Орталық, Оңтүстік, Солтүстік Қазақстан	0.37	0.28	0.23
Орталық Азия	0.47	0.35	0.30
Сібір, Север	0.40	0.29	0.24
Қиыр Шығыс	0.32	0.35	0.20

Кесте 3 Есептік жүктемелерді анықтау

Топ нөмірі	Топтың атауы	Руст	Ксх	$tg\varphi_k$	Рр.к кВт	Qр.к квар	Sk кВт

Кесте 4 Өнеркәсіптік кәсіпорынның есептік реактивті және толық қуаттары

№ п	Uн, кВ	Qр, квар	Qр1, квар	Qк.у, квар	Sp, кВ·А

Кесте 5 АС маркалы сыммен орындалған біртізбекті әуелік ЭБЖ технико-экономикалық сипаттамалары

Uн кВ	Сече ние мм <sup>2</sup>	ΔPн.л кВт/км	І.д А	I <sub>ΔU</sub> км	Жалпы құны, мың. ш.б./км		
					Ағыш	Темірбетонды	Болат тіректер
6	16	25	105	0.19	16.5	13.8	11.7
	25	85	130	0.21	17.5	15	12.5
	35	88	175	0.23	18.5	16.3	13.5
	50	113	210	0.26	10.7	17.5	15
	70	125	265	0.28	21.8	19.5	17
	95	134	320	0.31	24.5	22	19.5
	120	140	375	0.35	27.0	24.5	22
35	50	113	210	1.48	43	55	70
	70	125	265	1.65	48.5	61	84
	95	134	330	1.84	48.5	64	86.5
	120	140	380	2.05	52	67	89
	150	149	445	2.19	55.5	70	92
	185	161	510	2.34	60	74	97
	240	170	610	2.65	66.5	80	102
110	70	125	265	5.17	62	76	106
	95	134	330	5.75	65	80	109
	120	140	380	6.40	67.5	33.5	111
	150	149	445	6.85	71	86	115
	185	161	510	7.30	75	90	119

150	120	140	380	8	80	95	115
	150	149	445	9	85	96	123
	185	161	510	10	90	107	129
	240	210	610	11	95	115	138
220	240	210	610	17.5	100	126	166
	300	220	690	18.2	117	134	174
	400	250	885	20.5	130	147	183
	500	-	-	-	143	160	200

Кесте 6. Тоқтың экономикалық тығыздығы, А/мм<sup>2</sup>

Максималды жүктемені пайдалану ұзақтығы, сағат	Сымдар және шиналар		Қағаз окшауламалы кабелдер		Резеңке окшауламалы кабелдер	
	мысты	алюминді	мысты	алюминді	мысты	алюминді
1000-3000	2.3	1.3	3.0	1.6	3.5	1.9
3000-5000	2.1	1.1	2.5	1.4	3.1	1.7
5000-8760	1.8	1.0	2.0	1.2	2.7	1.6

Кесте 7 Әуелік ЭБЖ тұрғызудағы капитал салымының есебі

U <sub>н</sub> кВ	I <sub>p</sub> А	S л.д мм <sup>2</sup>	j э А/мм <sup>2</sup>	S л.э мм <sup>2</sup>	S л. мм <sup>2</sup>	I л.д А	ΔP <sub>н.л</sub> кВт/км	Кл мың. ш.б

Кесте 8 Үш фазалы екі орамалы күштік трансформаторлардың техникалық сипаттамалары

Типі	U <sub>к</sub> %	ΔP <sub>к</sub> кВт	ΔP <sub>хх</sub> кВт	I <sub>хх</sub> %	ΔQ <sub>х</sub> кВАр	R <sub>т</sub> Ом	X <sub>т</sub> Ом	Құны мың. ш.б.
ТМ-1000/35	6.5	11.9	2.75	1.5	15	16	87.5	29.9
ТМН-1000/35	6.5	17.25	2.75	1.5	15	16	87.5	88.0
	6.5	17.25	3.66	1.4	22.4	9.1	54.9	40.3

ТМ-1600/35 ТМН-1600/35	6.5	17.25	3.66	1.4	22.4	9.1	54.9	96.0
ТМ-2500/35 ТМН-2500/35	6.5 6.5	24.25 24.25	5.1 5.1	1.1 1.1	27.5 27.5	5.2 5.2	35 35	51.5 113.0
ТМ-4000/35 ТМН-4000/35 ТМ-6300/35	7.5 7.5 7.5	33.5 33.5 46.5	6.7 6.7 9.4	1.0 1.0 0.9	40 40 56.7	2.8 2.8 1.6	25 25 16	67.5 136.0 85.5
ТМН-6300/35 ТД-10000/35	7.5 7.5	46.5 65.0	9.4 14.5	0.9 0.8	56.7 80	1.6 0.87	16 10	161.0 123.5
ТД-16000/35 ТД-40000/35 ТМН-2500/110 ТМН-4000/110 ТМН-6300/110	8.0 8.5 10.5 10.5 10.5	90.0 180 22 22 50	21 39 6.5 6.5 10	0.75 0.65 1.5 1.5 1.0	120 260 37.5 37.5 63	0.48 0.15 46.6 46.6 16.6	6.75 2.87 555 555 220	136.0 170.0 210.0 250.0 287.0
ТДН-10000/110	10.5	60	14	0.9	90	7.95	139	865.0
ТДН-16000/110 ТРДН-25000/110 ТРДН-40000/110	10.5 10.5 10.5	85 120 175	21 29 42	0.85 0.8 0.7	186 200 280	4.38 2.54 1.44	86.7 55.9 34.	420.0 583.0 726.0

Кесте 9 Жоғарғы кернеулі ажыратқыштардың техникалық сипаттамалары

Типі	Ун.а кВ	Ін.а А	<i>i</i> н.у кА	І н.т.с кА	t н.т.с с	І н.о кА	t выкл с	Құны мың. ш.б.
ВМЭ	6	200	3.2	1.25	5	1.25	0.15	0.72
ВМЭ	6	200	10	4	4	4	0.14	1.2
ВМГ	10	630	52	20	4	20	0.12	2.9
ВМГ	10	1000	52	20	4	20	0.12	2.9
ВМПГ	10	630	52	20	10	20	0.12	5.8
ВМПГ	10	1000	52	20	10	20	0.12	7
ВММ	10	400	25	10	5	10	0.1	4
ВММ	10	630	25	10	5	10	0.1	4
ВМШ	10	630	52	20	5	20	0.1	5.8
ВМШ	10	1000	52	20	5	20	0.1	7
ВМШ	10	1600	52	20	5	20	0.1	7.2
Типі	Ун.а кВ	Ін.а А	<i>i</i> н.у кА	І н.т.с кА	t н.т.с с	І н.о кА	t выкл с	Құны мың. ш.б.
ВМПЭ	10	630	52	20	10	20	0.1	5.7
ВМПЭ	10	1000	80	20	10	20	0.1	5.8
ВМПЭ	10	1600	80	31.5	10	20	0.1	6

ВК	10	630	52	31.5	10	20	0.1	6
ВВП	35	1250	41	16	5	16	0.08	40
С-35М	35	630	26	10	5	10	0.08	16.5
ВМКВ	35	1000	45	16.5	10	16	0.08	15.5
ВМКЭ	35	630	45	10	5	8	0.05	13
ВМКЭ	35	1000	45	18.5	5	10	0.08	15
МКП	35	1000	63	25.7	5	25	0.05	24
С-35	35	3200	127	50	5	50	0.08	130
У-35	35	2000	102	40.2	5	40	0.05	40
МКП	110	630	52	20	5	20	0.05	80
МКП	110	1000	52	20	5	20	0.05	82
У-220	110	2000	102	40	5	40	0.08	135
ВВУ-Б	110	2000	102	40	5	40	0.08	30
ВВБМ	110	2000	90	35	5	31.5	0.07	159
Б	150	2000	90	31.5	5	31.5	0.07	170
ВВББ	150	2000	64	25	4	25	0.08	170
ВВШ	220	2000	64	25	4	25	0.08	375
ВВД	220	1000	25	25	3	25	0.03	340
У-220	220	2000	25	25	3	25	0.03	340

Кесте 10. Айырғыштардың, қысқатұйықтағыштардың және белгіштердің техникалық сипаттамалары

Типі	Ун.а кВ	Ін.а А	<i>i</i> н.у кА	І н.т.с кА	t н.т.с с	Құны мың. ш.б.
<b>Айырғыштар</b>						
РЛНД	10	200	20	6	10	800
А	10	400	25	6	10	800
РЛНД	10	630	35	9	10	800
А	10	4000	250	65	4	800
РЛНД	35	630	64	20	4	760
А	35	1000	64	25	4	840
РОН	35	2000	84	31	4	1800
РДН(3)	35	3200	128	50	4	2100
РДН(3)	110	630	80	22	3	2100
РДН(3)	110	1000	80	31	3	2200
РДН(3)	110	2000	100	40	3	3830
РДН(3)	110	3200	128	50	3	4000
РДН(3)	150	1000	100	40	3	4100
РДН(3)	150	2000	100	40	3	4100
РДН(3)	150	3200	115	45	3	4200

РДН(3)	220	1000	68	27	3	5000
РДН(3)	220	2000	100	40	3	5500
РДН(3)	220	3200	100	40	3	6000
<b>Қысқатұйықтағыштар</b>						
КРН	35	-	42	10	4	550
КЗ	110	-	51	20	3	1000
КЗ	150	-	51	20	3	2500
КЗ	220	-	51	20	3	3100
<b>Бөлгіштер</b>						
ОД(3)	35	630	80	12.5	4	450
ОД	110	1000	80	31.5	3	1000
ОД	150	1000	80	31.5	3	2650
ОД	220	2000	80	31.5	3	2800

Кесте 11. Жоғарғы кернеу электрлік аппараттарының капитал салымының есебі

Типі	Айырғыштар	Ажыратқыштар	Бөлгіштер	Қысқатұйықтағыштар	Разрядниктер
Саны					
Құнымың. ш.б.					

Кесте 12 Пайдалану шығыны және амортизациялық бөлінулер нормасы

Типі	Еа	Еэ
Әуелік желілер	0.028	0.03
Электротехникалық қондырғылар	0.055	0.09

Кесте 13 Пайдалану шығындарының есебі

Ун кВ	С <sub>о</sub> ш.б./кВт.ч	Тп ч	Кз. л	Сп мың. ш.б.	Еа	Кл мың. ш.б.	Еэ	Кэ мың. ш.б.

Кесте 14 БТҚС күштік трансформатордың типтік өлшемдерін таңдау нәтижелері

Типі	S <sub>т.н.</sub> МВ А	K <sub>Г1</sub> мың. ш.б.	E <sub>а.т.</sub>	C <sub>а.т.</sub> мың. ш.б.	Тп ч	Со ш.б./ кВт.ч	C <sub>п.т.</sub> мың. ш.б.	C <sub>э.т.</sub> мың. ш.б.	Зт мың. ш.б.

Кесте 15 6 кВ номиналды кернеуге арналған ұшталсымды кабелдердің техникалық сипаттамалары

Қимасы, мм <sup>2</sup>	Индуктивті кедергі, Хо	Кабелдердің ұзақ рұқсат етілетін тоғы, А							
		Ауада тартылған				Жерге төселген			
		Қағаз		Резина		Қағаз		Резина	
		мысты	алюминді	мысты	алюминді	мысты	алюминді	мысты	алюминді
10	0.111	55	42	65	42	80	60	90	70
16	0.102	65	60	75	60	105	80	115	90
25	0.091	90	70	95	75	135	105	150	115
35	0.087	110	85	120	90	160	125	180	145
50	0.083	145	110	145	110	200	155	225	175
70	0.080	175	135	180	140	245	190	275	210
95	0.078	215	165	220	170	295	225	330	255
120	0.078	250	190	260	200	340	260	385	295
150	0.076	290	225	305	235	390	300	435	335
185	0.076	325	250	350	270	440	340	500	385
240	0.076	375	290	-	-	510	390	-	-

Кесте 16 20<sup>0</sup> С кезіндегі ЭБЖ сымдарының өнбойлы активті кедергісі, Ом/км

Қимасы, мм <sup>2</sup>	Сымдар		
	Мысты	Алюминді	Болаталюминді
10	1.79	-	2.695
16	1.13	1.8	1.722
25	0.72	1.14	1.146
35	0.515	0.83	0.773
50	0.361	0.576	0.592
70	0.237	0.412	0.420

95	0.191	0.308	0.290
120	0.154	0.246	0.245
150	0.122	0.194	0.194
185	0.090	0.157	0.159
240	0.077	0.12	0.122
300	0.063	0.1	0.098
400	0.046	0.074	0.073
500	-	0.058	0.060

Кесте 17. Кәсіпорынның жекеленген цехтарын қоректендіретін, ЭБЖ параметрлерін таңдау

Қондырғы	$l$ км	$I_{p.k}$ А	$S_{л.д}$ мм <sup>2</sup>	$J_{э}$ А/мм <sup>2</sup>	$S_{л.э}$ мм <sup>2</sup>	$S_{л}$ мм <sup>2</sup>	$R_{л.к}$ Ом	$X_{л.к}$ Ом

Кесте 18. Қысқа тұйықталу тоғын есептеу нәтижелері

ҚТ орыны	$R_{\Sigma}$	$X_{\Sigma}$	$Z_{\Sigma}$	$I^{(3)}$ кА	$S^{(3)}$ МВ·А	$I^{(2)}$ кА	$T_a$ с	$K_y$	$B_k$ кА <sup>2</sup> ·с	$t_{п}$ с

Кесте 19 Электрлік аппараттарды таңдау нәтижелері

№	Ун. кВ	$I_p$ кА	$i_y$ кА	$I_T$ кА	$I_{p.o}$ кА	Тип	Ун.а кВ	Ин.а кА	$i_{н.у}$ кА	$I_{н.т}$ кА	$I_{н.о}$ кА



## Қосымша 2 Кейбір есептеулердің мысалдары

### 1 Есептік қуатты анықтау

Сұраныс коэффициенті :  $K_c = 1$

Активті қуатты анықтау:

$$P_p = K_c \cdot P_H = 1 \cdot 630 = 630 \text{ кВт.}$$

Реактивті қуатты анықтау:

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg} \varphi_{\text{св}} = 630 \cdot 0,395 = 249 \text{ кВт}$$

Орташа өлшемді  $\text{tg} \varphi$  анықтау:

$$\text{tg} \varphi_{\text{св}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Hi} \cdot \text{tg} \varphi_i}{\sum P_H} = \frac{630 \cdot 0,395}{630} = 0,395$$

Есептік электрлік жүктемені анықтау:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{630^2 + 249^2} = 677,4 \text{ кВт} \cdot \text{А.}$$

### 2. Кабел қимасын есептеу және оны таңдау

Кабелдегі есептік тоқты анықтау:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{677,4}{\sqrt{3} \cdot 6} = 65,3 \text{ А}$$

Кабел қимасын рұқсат етілетін қызуы бойынша таңдау

Кабел қимасын қызуы бойынша таңдау, мына шарт арқылы анықталады:

$$I_{\text{дон}} \geq I_p.$$

Кабел талсымдарының қимасын таңдауды 5 [12] қосымшадан анықтаймыз:

$$S_{\text{дон}} = 16 \text{ мм}^2.$$

Тоқтың экономикалық тығыздығы бойынша кабел қимасын таңдау.

Тоқтың экономикалық тығыздығы бойынша кабел қимасын таңдауды мына шарт арқылы жүргіземіз:

$$S_{\text{эк}} = \frac{I_p}{i_{\text{эк}}},$$

$$S_{\text{эк}} = \frac{65,3}{3,1} = 21 \text{ мм}^2$$

[11] бойынша алюминді талсымды, резеңке оқшауламалы, брондалған қабықшалы қимасы 25 мм<sup>2</sup> тең кабел таңдаймыз. Кабелдің меншікті кедергісін анықтау:

$$R_0 = 1,96 \text{ Ом/км}, \quad X_0 = 0,12 \text{ Ом/км}$$

Кабелдің нақты кедергісін анықтау

Таңдалған кабелдің нақты кедергісін мына формуламен анықтаймыз:

$$R_k = R_0 \cdot l_k; \quad X_k = X_0 \cdot l_k,$$

мұндағы :  $l_k$  – кабел ұзындығы;

$$R_k = 1,96 \cdot 0,105 = 0,2058 \text{ Ом};$$

$$X_k = 0,12 \cdot 0,105 = 0,0126 \text{ Ом};$$

Толық кедергі :

$$Z = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = \sqrt{0,2058^2 + 0,0126^2} = 0,206$$

### 3 Қысқа тұйықталу тоқтарын және автоматты ажыратқыштардың ендіріме тоқтарының қарапайым есебі

Қысқа тұйықталудың пайда болу себебі: тоқ өткізгіш бөліктерінің оқшауының зақымдануы, асқын кернеу және тозуына байланысты үзілуі, қызметші персоналдың қателесуі. Тұйықталу әсерінен тізбекте торап элементтері үшін, және оларды істен шығаратын қауіпті тоқтар туындайды. Электр қондырғылардың сенімді жұмыс жасауы үшін үш және екі фазалы қысқа тұйықталу тоқтарының есептерін жүргіземіз:

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = \frac{1,05 U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot z} = \frac{1,05 \cdot 6000}{\sqrt{3} \cdot 0,206} = 17,7 \text{ кА};$$

$$I_{кз}^{(2)} = \frac{0,95 \cdot U_{ном}}{2 \cdot z} = \frac{0,95 \cdot 6000}{2 \cdot 0,145} = 13,8 \text{ кА.}$$

Реленің іске қосылу тоғының ендімесін, автоматты ажратқыштарды немесе магнитті жібергіштерді қосылуы және номиналды тоғы бойынша мына формуламен анықтайды:

$$I_y = I_n \cdot K_3$$

мұндағы:  $K_3$  – қор коэффициенті,  $K_3 = 1,3$ ;  
 $I_n$  – қосылу тоғы, А;

$$I_n = I_H,$$

мұндағы:  $I_H$  – номиналды ток, А.

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H} = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 0,93 \cdot 0,95} = 68,7 \text{ А};$$

$$I_y = I_n \cdot K_3 = 68,7 \cdot 1,3 = 89,31 \text{ А.}$$