

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Асанов Аян Ғабитұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Нысанның электрмен жабдықтау жүйесін оңтайландыру»

6В07100-«Энергетика»

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD докторы, қауым., профессор

_____ Е.А. Сарсенбаев

« ____ » _____ 2023 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Нысанның электрмен жабдықтау жүйесін оңтайландыру»

6B07100-«Энергетика»

Орындаған
Пікір беруші

(қолы)

« ____ » _____ 2023 ж.

Асанов А. Ғ.
Ғылыми жетекші
Т.ғ.д., профессор

_____ А.Б.Бекбаев

(қолы)

« ____ » _____ 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

6B07100-«Энергетика»

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD докторы, қауым., профессор

_____ Е.А. Сарсенбаев

« ____ » _____ 2023 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Асанов Аян Ғабитұлы

Тақырыбы «Нысанның электрмен жабдықтау жүйесін оңтайландыру»

Университет ректорының _____ бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі _____.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Электрмен жабдықтау;

ә) MatLab ортасында компьютерлік модельдеу;

б) Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын техника-экономикалық жағынан салыстырып таңдау;

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 15 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу		
Нысанның электрмен жабдықтау жүйесін MatLab ортасында компьютерлік модельдеу		
Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын техника-экономикалық жағынан салыстырып таңдау		

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу	Т.ғ.д., профессор А.Б.Бекбаев		
Нысанның электрмен жабдықтау жүйесін MatLab ортасында компьютерлік модельдеу	Т.ғ.д., профессор А.Б.Бекбаев		
Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын техника-экономикалық жағынан салыстырып таңдау	Т.ғ.д., профессор А.Б.Бекбаев		
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О.		

Ғылыми жетекші _____ А.Б.Бекбаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Асанов А. Ғ.

Күні _____ «_____» _____ 2023 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста «Нысанның электрмен жабдықтау жүйесін оңтайландыру» тақырыбы бойынша келесі бөлімдер қарастырылған: жарықтандыру жүктемелерінің және күштік жарықтандыру жүктемелерінің есеп-қисабы, қосалқы станция күш беретін трансформаторларының қуаттылық таңдау, қысқа тұйықталу токтарының есеп-қисабын тексеру және зауыттың электр жабдық таңдау, жоба техника-экономикалық көрсеткіштері, еңбек электр қауіпсіздігі және қосалқы станцияның жерге тұйықталулары .

Негізгі назар электр жүктемелерінің есеп-қисаптарын компьютерлік модельдік нұсқасын MatLab ортасында компьютерлік модельдеу, құру және жабдықтарды тексеруі және таңдауы.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе на тему «Оптимизация системы электроснабжения объекта» были освещены следующие разделы: расчет электрических нагрузок и силовых нагрузок завода, проверка и выбор мощности силовых трансформаторов подстанции, расчет токов короткого замыкания, проверка и выбор электрооборудования завода, технико-экономические показатели проекта, электробезопасность труда.

Главное внимание на расчеты электрических нагрузок разработали варианты моделей с помощью компьютерной программы MatLab.

ANATATION

In this thesis on the topic "Optimization of the facility's power supply system", the following sections were covered: calculation of electrical loads and power loads of the plant, checking and selecting the power of substation power transformers, calculation of short-circuit currents, checking and selecting electrical equipment of the plant, technical and economic indicators of the project, electrical safety of labor.

The main attention is paid to the calculations of electrical loads, variants of models have been developed using the MatLab computer program.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Алматы вагон жөндеу зауытының технологиялық процесі	8
1.1	Кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы	8
1.2	Цех және зауыт территориясы бойынша вагондардың өтуінің қысқаша схемасы	8
1.3	Өндірістік құрылым	9
2	Электрмен жабдықтау	15
2.1	Зауыт бойынша электр жүктемелерін санау	15
2.2	Реактивті қуаттың компенсациялауы	17
2.3	$Q_{\text{тккб}}$ ТҚС-ң реактивті жүктемесі	20
2.4	10,5кВ шинадағы жүктемені санау	21
2.4.1	Қуат шығындары	21
2.4.2	СҚ есептік қуатын анықтау	22
2.4.3	БТҚС 6,3 кВ шинадағы реактивті қуат қарымталауы	23
3	Арнайы бөлім. Нысанның электрмен жабдықтау жүйесін оңтайландыру	25
3.1	MatLab ортасында компьютерлік модельдеу	25
3.2	Зауыт цехтары бойынша күштік жүктемелерді модельдеу	26
4	Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын техника-экономикалық жағынан салыстырып таңдау	33
4.1	Есептік бөлім	33
4.2	Нұсқаларды экономикалық тиімділігіне салыстыру	45
4.3	Кернеуі 10,5 кВ жабдықтарын таңдау және қысқа тұйықталу токтарын есептеу	45
4.3.1	БТҚС шинасында қысқа тұйықталу тоғын есептеу	45
4.3.2	Ажыратқыш таңдау	48
4.3.3	Алыстатылған желілердегі ажыратқышты таңдау	52
4.3.4	ТҚС-ға жүктеме ажыратқышын таңдау	53
4.3.5	ТҚС-ға автоматты ажыратқышты таңдау	53
4.3.6	Ток трансформаторын таңдау	53
4.4	Кернеу трансформаторын таңдау	60
	Қорытынды	61
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	62

КІРІСПЕ

Алматы вагон жөндеу зауыты Алматы қаласының солтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан. «Алматы вагон жөндеу зауыты» Акционерлік Қоғамының негізгі жұмысы жолаушылар тасымалдау вагонының барлық түрін жөндеу болып табылады, соның ішінде: деполық, күрделі, күрделі-калпына келтіру, күрделі қызмет мерзімін ұзарту, сонымен қатар калпына келтіру, жөндеу және жолаушылар вагонының бөлшектерін және түйіндерін жасау, керекті деңгейдегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету. Зауыттың құрылысы 1942 жылдан 1946 жылға дейін жоба бойынша, норма бойынша және соғыс уақытының шарттарына байланысты вагондарды ықшамдалған жөндеу технологиясымен және цехтардың жайғасуы бойымен қарапайым шешімдерімен жүзеге асырылды.

Дипломдық жұмыстың өзектілігі: 0,4 кВ зауыт цехтары бойынша жарық жүктемелерді және күштік жүктемелерді есептеу, зауыт цехтарын ТҚС жинақтау есептерінің компьютерлік моделі Matlab бағдарламасында құрылып көрсетілген Matlab. Бұл модельдің тиімді жағы басқа зауытты электрмен жабдықтайтын болсақ, осы модельге есептелетін зауыттың бастапқы берілулерін енгізе салу арқасында керекті күштік, жарықтандыру жүктемелерінің мәндерін ала салуға болады.

Simulink – динамикалық жүйелерді модельдеуге, иммитациялауға және анализдуге арналған интерактивті құрал. Ол графикалық блок-диаграммаларды тұрғызуға, динамикалық жүйелерді иммитациялауға, жүйелердің жұмыс қаблеттілігін зерттеуге және жобаларды дамытуға мүмкіндік береді. Simulink толығымен MATLAB-қа интеграцияланған, ол анализдеу және жобалау құралдарының кең спектріне тез арада кіруін қамтамасыз етеді. Сондай-ақ Simulink шақырылған оқиғалардың тәртібін модельдеу үшін Stateflow-мен де интеграцияланған. Бұл артықшылықтар Simulink-ті басқару және коммуникация жүйелерін жобалау және сандық өңдеу мен басқа да қосымшаларда модельдеу үшін ең танымал құрал екенін көрсетеді.

1 Алматы вагон жөндеу зауытының технологиялық процесі

1.1 Кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы

Қазіргі уақытта жаңа вагондардың кузовтарын жинау үшін ауданы 10000 шаршы метрді құрайтын цех құрылды, осы цехта вагондардың электр жабдықтарын жөндеу жүргізілетін болады.

1.2 Цех және зауыт территориясы бойынша вагондардың өтуінің қысқаша схемасы

- вагонды жөндеуге қабылдау және тапсырушының қатысуымен ақау тізімдерін құрастыру;

- вагондарды көтеру, түсіру және жөнделген вагон асты арбаларды тегістеу және таптау ВЖЦ-ның бірінші позициясында болады;

- вагондардың түйіндері және толық комплектовкалауды жөндеу ағаш өңдейтін цехта және ұстахана-сығу бөлімшелерінде өндіріледі;

- вагондарды электр жабдықтаудың түйіндері, ауаны кондиционерлеудің жүйелері, ауа райы қондырғылары, радион қондырғыларды және бөлшектерді жөндеу тиісті бөлімшелерде электр жөндеу цехында өндіріледі;

- барлық жөнделген все комплект жасалған бөлшектер және түйіндер алдында айтылған цехтардың жүксауытында ВЖЦ-на беріледі, тиісті позицияда олардың монтажы вагонда өндіріледі;

- жиналған вагон, су құбырларын және жылу жүйесін толтырудан кейін маляр қоймасына беріледі және вагон шанағын жуу, төсеме бояу, шпатлевкалау, түске бояу және қабылданған технологияға сәйкес өндіріледі;

1.3 Өндірістік құрылым

Өндірістік құрылымның басты буыны вагон жинау цехы болып табылады (ВЖЦ). Ол ені 24 метр және ұзындығы 112 метрлі цехтардың блогы бір аралықта орналасқан. Цехта әрқайсысында 5 жөндеу позициясы бар 3 жіптен тұрады. Цехтың жөндеу фронты – 15 вагон.

Алғашқы 6 позициясында вагонды көтеру және түсіру, вагон асты жабдықтарды жөндеу, екпінді-тіркейтін құралдарды ауыстыру, тұтқалы беру және тежегішті жөндеу, әуелі магистралдарын, вагон асты жәшіктерін және тағы басқаларын өндіріледі.

Келесі позициясында вагонды бөлшектермен және жылу жүйесінің түйіндерімен және су құбырларын (қазандар, ауа қыздырғыштар, бактар, трубалар, цирк, насос және т.б.) өндіреді, бұл жүйелерді жинау жүргізіледі, бір мезгілде жөнделеді немесе сыртқы гарнитура бөлшектері ауыстырылып, вагон сумен толтырылады және келесі ВЖЦ позициясына жіберіледі;

Бұл жерде вагондардың ішкі жабдықтарына ағаш бұйымдарын жүктеу өндіріледі, сонымен қатар жиһаздардың, ағаштардың, рамалардың монтажы яғни ағаш шеберлік жұмыстары өндіріледі.

Келесі позицияда өткізгіштердің алмастыру және электрошиттерді жөндеу, радио қондырғыларын, электр бөлшектерін монтаждау бойынша электрслесарлар жұмыс істейді;

ВЖЦ сонғы позициясында алдыңғы позицияда бітпеген жұмыстар аяқталады, жиналмалы бөлшектердің барлығы вагонға орнатылады, ТББ қызметкерлерінен өндірілген жұмысты өткізгеннен кейін вагон ағарту бөлімшесіне жіберіледі.

Сырлау бөлімшесі (СБ) ВЖЦ-на параллель орналасқан, әр қайсысы 5 позициядан тұратын 2 жіпке ие. Цехтың жұмыс істеу фронты 10 вагон. Ағарту цехының технологиялық процесі ағынды қағидаға негізделген. Цех жылжымалы арбалармен және басқа қажетті жабдықтармен және тетікпен жабдықталған. АБ барлық бес позициясы тек бір ғана екі қатаң тізбекпен орындалатын операцияны орындауға мамандандырылған.

КЖ-2 және КҚҚКЖ көлемдегі вагондар толық жөндеуден өту кезінде КЖ-1 көлемдегі вагондар техникалық жағдайына байланысты сырлау бөлімшесіне түспес бұрын вагондар ВДЦ территориясында орналасқан кузов механикалық тазартудан өтеді, яғни вагондарды ескі бояуынан және шпатлевкасынан металлға дейін тазартады.

Дөңгелек арбалы цех (ДАЦ) вагон жөндеу цехының негізгі блогында орналасқан. Жолаушы вагонының барлық түрімен жұмысы үшін керекті технологиялық қондырғылардың барлық тізімімен жабдықталған. Бұл цехта арба бөлшектері мен негізгі түйіндердің тұйықталған бөлімше жұмысы бөлек ұйымдастырылған. Мысалы: арба рамкасын жөндейтін бөлімше, беріліс тұтқасын жөндейтін бөлімше, редукторлы, тербелісті сөндірушілер бөлімі, жуу камерасы, арба бөлшектерін және рамаларды тазайтын құм арқылы тазалау камерасы, бояу және кептіру камерасы. Осы бөлімшелер мен бөлімдердің барлық жұмыс орындары жоғары сапа және өңделген өлшемдердің қажетті дәлдігін қамтамасыз ететін, жоғары өнімді механикаланған және автоматтандырылған қондырғыларды қолдануға рұқсат беретін технологиялық процестің бөлек операциясына мамандандырылған.

Кәсіпорынның көрсетілген мақсатына жету үшін 500000000 теңге инвестициялау жобаланады.

2 Электрмен жабдықтау

Алматы вагон жөндеу зауыты қуаттары 4 МВА, кернеулері 35/6 кВ тең қуаттары 10000 кВА-лі 2 трансформаторлық қосалқы станциясынан қорек алады. Станциядан заводқа дейінгі аралық– 2,5 км. Зауыт екі сменамен жұмыс істейді. Зауыттың бас жоспары 2.1-суретте көрсетілген ал зауыт бойынша электр жүктемелері 2.1-кестеде берілген.

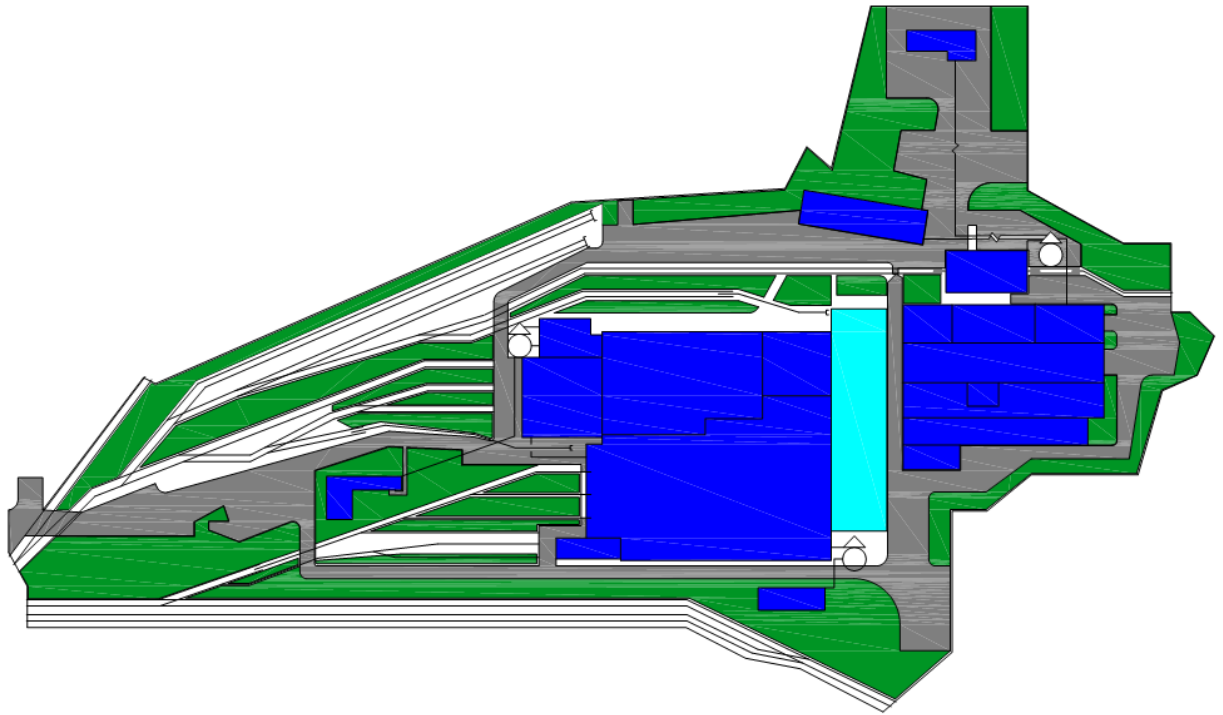
Кесте-2.1- Зауыт бойынша электр жүктемелері

№	Цехтар атауы	ЭҚ саны	Нақты қуат	
			Жалғыз ЭҚ	Жалпылама
1)	Вагон дайындау цехы	30	1-30	800
2)	Жабдықтар цехы	3	5-20	50
3)	Вагон жинау цехы	20	5-60	820
4)	Дөңгелек арба цехы	15	5-60	400
5)	Сырлау бөлімшесі	10	5-30	100
6)	Құйма цехы	10	5-30	120
7)	Ағаш өңдеу цехы	10	1-40	100
8)	Ұстаханалық-пресстік бөлімше	12	1-30	130
9)	Электр жөндеу цехы	11	1-60	325
10)	Жөндеу-дайындау цехы	9	1-20	50
11)	Электромашина цехы	12	1-28	160
12)	Насосты: а) 0,4 кВ	10	10-60	300
	б) синх.қозғ. 6 кВ	2	250	500
13)	Зауыт басқару	2	5	10
14)	Копрессорлы:			
	а) 0,4 кВ	10	10-80	300
	б) синх.қозғ. 6 кВ	2	250	500
15)	Котельная	10	1-30	200
16)	Гараж	4	0,3-3	10

2.1 Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу

Зауыт цехтары бойынша кернеуі 1кВ-қа дейінгі электр жүктемелерді санау жеңілдетілген жол реттелген диаграммалар бойынша жүргізіледі. Цехтар бойынша күштік тағы жарықтану жүктемелерді есептеудің нәтижелері 2.2-кестеде жіне 2.3-кестеде енгізілген. Зауыттың БТҚС және цех ТҚС жайласу орынын дәлелдеу мақсатымен бағдарлау уақытында электр жүктемелер картограммасы құрылады.

Картограмма – зауыттың жалпы планында орналасқан шеңберлер. Шеңберлердің өлкесі таңдалған масштабта цехтардың есептелген жүктемелеріне үйлесімді келеді. Төменгі кернеулі жүктеме үшін картограмма цехтің жарықтандыру үлесі көрсетуі тиіс. Оны цехтің үйлесімді келетін шеңбердің секторы түрінде көрсетуге болады.



2.1-сурет. Алматы вагон жөндеу зауытының бас жоспары



2.2-сурет - Алматы вагон жөндеу зауытының спутникпен түсірілген фотосы

2.2 Цех трансформаторлар санын талғау тағы 0,4 кВ кернеудегі реактивті қорбалы қарымталау

Цех трансформаторларының саны мен қуаты техникалық-экономикалық есептеулермен де, басқа факторлармен де ескеріледі: тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігі санаты; 1 кВ дейінгі реактивті жүктеме коэффициенті; әдеттегі (калыпты) және авариялық режимдердегі трансформатордың кестелік жүктеме қабілеті; стандартты қуаттардың қадамы; жүктеме кестесі бойынша трансформаторлардың пайдалы қаракеттік режимдері.

Есептеулер [1] сәйкес жүргізіледі.

Есептеулер үшін берілулер:

$$P_{p0,4}=2964 \text{ кВт};$$

$$Q_{p0,4}=1861 \text{ КВар};$$

$$S_{p0,4}=3500 \text{ кВА}.$$

Алматы вагон дұрыстау зауыты 2 санаттағы тұтынушыларға жатады, зауыт пар ауысыммен қаракет істейді; сондықтан трансформатордың арту коэффициенті $K_{зтр}=0,8$. трансформатордың қуаты $S=630$ кВА-ға бірдей қабылданады. Максималды есептік белсенді жүктемені ұстап түрегелу үшін керекті қуаты барабар цех трансформаторларының едің кем саны:

$$N_{m \min} = \frac{P_{p0,4}}{K_{з} \times S_{нт}} + \Delta N; \quad (2.1)$$

$$N_{m \min} = \frac{2964}{0,8 \times 630} = 5,88 + 0,12 = 6 \text{ дана,}$$

мұнда $P_{p0,4}$ – соммалы есептік активті қуат;

$K_{з}$ – трансформатордың жүктелу коэффициенті;

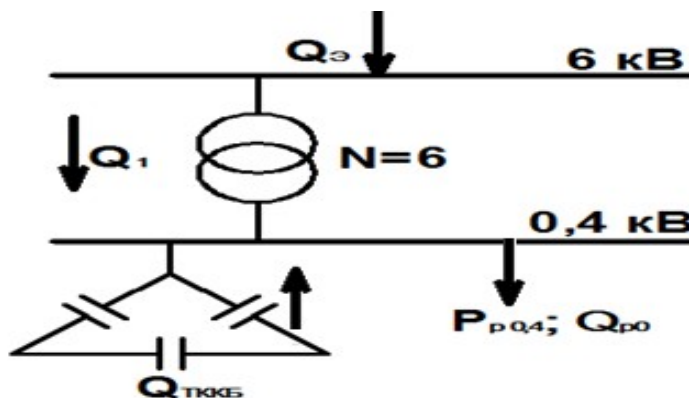
$S_{нтр}$ – трансформатордың қабылданған номинал қуаты;

ΔN – ең жақын бүтін санға дейінгі қосымша.

Экономикалық саны: $S_{те} = N_{\min} + m$, мұндағы m -қосымша трансформаторлар саны. $N_{т..э-3} * P / ст$ күрделі шығындардың опалы құрамдас бөліктерін ескере отырып, реактивті күйлі беруге арналған үлестік шығындармен айқындалады. $Z * N / ст = 0,5$; $KZ = 0,8$; $Min = 6$; $N = 0,1$ сондықтан $m=2$, әм $N_{т..е} = 6 + 0 = 6$ трансформатор. Трансформаторлардың таңдалған саны бойынша кернеуі 1 кВ дейінгі трансформаторлар арқасында желіге берілетін максималды реактивті мұрша анықталады:

$$(2.2) \quad Q_1 = \sqrt{(N_{ТЗ} \times S_{НТ} \times K_3^2) - P_{р 0,4}^2}, \text{ квар};$$

$$Q_1 = \sqrt{(6 \times 630 \times 0,8)^2 - 2964^2} = 601,8 \text{ квар.}$$



2.2-сурет. 0,4 кВ шиналарындағы реактивті қуаттар балансы

2.2-сурет шарты бойынша $Q_{ТККБ 1}$ шамасы анықталады:

$$Q_{ТККБ 1} + Q_1 = Q_{р 0,4}, \text{ квар}; \quad (2.3)$$

$$Q_{ТККБ 1} = Q_{р 0,4} - Q_1, \text{ квар}; \quad (2.4)$$

$$Q_{ТККБ 1} = 1861 - 601,8 = 1260 \text{ квар.}$$

Трансформаторлардың бұл тобы үшін $Q_{ТККБ 2}$ төмен вольтты конденсаторлардың (ТРКВ) үстеме батарея кернеуі мынау формула бойынша анықталады:

$Q_{ТККБ 2} < 0$ болғандықтан, $Q_{ТККБ 2} = 0$ -деп қабылданады, сондықтан:

$$Q_{ТККБ} = Q_{ТККБ 1} + Q_{ТККБ 2}, \text{ квар}; \quad (2.5)$$

$$Q_{ТККБ} = 1260 + 0 = 1260 \text{ квар.}$$

Әр трансформаторға келісетін бір конденсаторлар батареясының қуаты анықталады:

$$Q_{ТККБ \text{ ткс}} = \frac{Q_{ТККБ}}{N_{ТЗ}}, \text{ квар}; \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{ТККб ТКС}} = \frac{1260}{6} = 209,9 \approx 210 \text{ квар.}$$

[2] әдебиеттен УКБН-0,38-200-50 У3 типті конденсаторлар батареясы таңдалады.

Қисап айырысу нәтижелері бойынша 2.4 «цехтардың жүктемелерін ТҚК бойынша бөлу»кестесі құрылады. Әлпет цех әлдекім жә пар трансформатор есебінде қабылданады. Цехтарды, олардың жүктемелерін ескере отырып, аумақтық бөлшек бойынша топтарға жиналады. STO1-STO 3 STO шинасына қосылған. Зауыттың жалпы жоспарында СТО1 – СТО3 (6/0,4 кВ) орналастырылады. Зауыттағы басты тұтынушылар-жоғары вольтты синхронды қозғалтқыштар (SS.) Олар жүзден шет цехтарда орнатылған, сондықтан цехтарда үлеу пункттері (ТП) орнатылады.

Кесте - 2.4 - ТҚС бойынша цехтың төменгі кернеулі жүктемелерін есептеу

№ТҚС Снт, QТККб ТКС	№ ТҚС нөмері	P _{p,0,4}	Q _{p,0,4}	S _{p,0,4}	K _з
1	2	3	4	5	6
ТҚС 1 (2 · 630) ΣS _н =2 · 630=1260 кВА Q _{ТККб} =2 · 200=200 квар Барлығы	1	510,4	322,3		
	2	45,38	29,48		
	7	63,2	35,88		
	5	74	58,36		
	4	306,4	128,6		
		999,38	574,6		
			-400		
	999,4	174,6	1015	0,8	
ТҚС 2 (2x630) ΣS _н =2 · 630=1260 кВА Q _{ТККб} =2 · 200=200 квар Барлығы	3	622,8	263,5		
	10	37,68	22,27		
	15	241,9	205,3		
	11	95,74	68,18		
		998,1	559,2		
			-400		
	998,1	159,2	1011	0,8	
ТҚС 3 (2x630) S _н =2 · 630=1260 кВА Q _{ТККб} =2 · 200=400 квар Барлығы	12	249,5	208,9		
	9	229	172,6		
	14	274,8	221,1		
	6	99,72	42,34		
	16	9,073	5,895		
	8	91,5	68,99		
	13	5,68	4,65		
	жарық.	6,796	3,262		
		966,1	726,8		
			-400		
	966,1	327,6	1020	0,8	

2.3 Q_{ТККб} ТҚС-ң реактивті жүктемесі

Бастапқы берілулер:

$$Q_{p0,4}=1841 \text{ квар};$$

$$Q_{\text{тккб}}=1260 \text{ квар.}$$

ТҚС 1: $Q_{p \text{ ТҚС } 1}=574,6$ квар, $Q_{p \text{ тккб ТҚС } 1}=x$, онда

$$(2.7) \quad Q_{p \text{ тккб ТҚС } 1} = \frac{Q_{\text{тккб}} Q_{p \text{ ТҚС } 1}}{Q_{p0,4}}, \quad \text{квар};$$

$$Q_{p \text{ тккб ТҚС } 1} = \frac{1260 \times 574,6}{1861} = 389 \text{ квар,}$$

Қысқасы, нақтылы реактивті қуат: $Q_{\phi \text{ ТҚС } 1} = 2 \times 200 = 400$ квар, ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p \text{ ТҚС } 1} - Q_{\phi \text{ ТҚС } 1}, \text{ квар}; \quad (2.8)$$

$$Q_{\text{неск}} = 574,6 - 400 = 174,6 \text{ квар.}$$

ТҚС 2: $Q_{p \text{ ТҚС } 2} = 559,2$ квар, $Q_{p \text{ тккб ТҚС } 2} = x$, онда (2.7) формула бойынша есептеледі:

$$Q_{p \text{ тккб ТҚС } 2} = \frac{1260 \times 559,2}{1861} = 378 \text{ квар,}$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{\phi \text{ ТҚС } 2} = 2 \times 200 = 400$ квар, ал компенсацияланбаған қуаты (2.8) формула бойынша:

$$Q_{\text{неск}} = 559,2 - 400 = 159,2 \text{ квар.}$$

ТҚС 3: $Q_{p \text{ ТҚС } 3} = 726,8$ квар, $Q_{p \text{ тккб ТҚС } 3} = x$, онда (2.7) формула бойынша есептеледі:

$$Q_{p \text{ тккб ТҚС } 3} = \frac{1260 \times 726,8}{1861} = 492 \text{ квар,}$$

сонымен, нақты реактивті қуат: $Q_{\phi \text{ ТҚС } 3} = 2 \times 200 = 400$ квар, ал компенсацияланбаған қуаты (2.8) формула бойынша:

$$Q_{\text{неск}} = 726,8 - 400 = 326,8 \text{ квар.}$$

2.5-кесте - ТҚС бойынша $Q_{\text{ТККБ}}$ қуаттарын анықтау (қорытынды)

ТҚС нөмірі	$Q_{\text{р ТҚС}}$, квар	$Q_{\text{рТККБ}}$, квар	$Q_{\text{ТККБ ТҚСкомп}}$, квар	$Q_{\text{некомп}}$, квар
ТҚС № 1	574,6	389	400	174,6
ТҚС № 2	559,2	378	400	574,6
ТҚС № 3	726,8	492	400	326,8
Барлығы	1860,6	1259	1200	1076

2.4 10,5кВ шиналардағы электр жүктемелерін есептеу

ТҚС 1:

$$K_3 = 0,8;$$

$$N = 2;$$

$$\Delta P_{\text{т}} = (1,31 + 8,5 \times 0,8^2) \times 2 = 13,5 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_{\text{т}} = 0,01 \times (2 + 5,5 \times 0,8^2) \times 2 \times 630 = 69,55 \text{ квар};$$

ТҚС 2:

$$K_3 = 0,79;$$

$$N = 2;$$

$$\Delta P_{\text{т}} = (1,31 + 8,5 \times 0,8^2) \times 2 = 13,5 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_{\text{т}} = 0,01 \times (2 + 5,5 \times 0,8^2) \times 2 \times 630 = 69,55 \text{ квар};$$

ТҚС 3:

$$K_3 = 0,8;$$

$$N = 2;$$

$$\Delta P_T = (1,31 + 8,5 \times 0,8^2) \times 2 = 13,5 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_T = 0,01 \times (2 + 5,5 \times 0,8^2) \times 2 \times 630 = 69,55 \text{ квар};$$

ΔQ

Барлық трансформаторлардағы суммалы шығындар:

$$\Sigma \Delta P_{1-3} = 13,5 + 13,5 + 13,5 = 40,5 \text{ кВт}.$$

$$\Sigma \Delta Q_{1-3} = 69,55 + 69,55 + 69,55 = 208,65 \text{ квар}.$$

2.4.2 Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуатын бағдарлау

ЖК жағындағы реактивті қуаттың орнын толтыру үшін 12-ші цехтан бастап қолданылады.

$$P_{нСК} = 300 \text{ кВт}; \cos \varphi = 0,9; N_{СК} = 2; k_3 = \beta = 0,8.$$

СК үшін есептік қуаты анықталады:

3 Зауытты электрмен жабдықтау, MatLab ортасында компьютерлік модельдеу

3.1 MATLAB программасы

MATLAB (ағылшын тілінен қысқартылғанда «*Matrix Laboratory*» болады, ал орыс тілінде Матлаб деп айтылады) – техникалық есептеу тапсырмаларын шешуге арналған қолданбалы ақпараттар жиынтығы және осы жиынтықта қолданылатын ақпараттық тіл атауы. MATLAB-ты 1 000 000 астам инженерлік және ғылыми жұмыскерлер пайдаланады, ол қазіргі операциялық жүйелердің көпшілігінде жұмыс істейді, атап айтқанда [Linux](#), [Mac OS](#), [Solaris](#) (R2010b нұсқасынан бастап [Solaris](#) үшін тоқтатылды) және [Microsoft Windows](#).

Ақпараттық тіл ретінде 1970 ж аяғында Нью-Мексико университетінің компьютерлік ғылымдар факультетінің деканы Клив Моулер ойлап тапты. Бұған себеп болған жағдай факультет студенттеріне Фортранды ақпараттық кітапханасын қолдану мүмкіндігін беру еді. Көп ұзамай тіл көптеген университеттер арасында таралды және қолданбалы математика саласында жұмыс істейтін ғалымдардың үлкен қызығушылығына ие болды. Қазірге дейін ғаламтордан Фортранда жазылған 1982 жылғы нұсқасын табуға болады. Инженер Джон Литтл бұл тілмен Клив Моулер Стенфорд университетінде 1983 ж болған кезінде танысты. Ол жаңа тіл үлкен коммерциялық потенциалға ие екенін түсініп, Клив Моулермен және Стив Бангертпен бірікті. Бірігу арқылы олар Матлабты C тіліне өайта жазды және 1984 ж ары қарай даму үшін [The MathWorks](#) компаниясын құрды. C тіліне жазылған бұл кітапхана ұзақ уақыт бойы JAKSPAC атауымен белгілі болды. Бастапқыда MATLAB тек басқару жүйелерін жобалау үшін арналған еді (Стив Литтлдің негізгі мамандығы), бірақ кейін көптеген ғылыми және инженерлік салаларда танымалдылыққа ие болады. Тағыда ол білім беру саласында кеңінен қолданылды, атап айтқанда сызықты алгебра мен сандық әдіс үшін қолданылды.

Simulink – динамикалық жүйелерді модельдеуге, иммитациялауға және анализдеуге арналған интерактивті құрал. Ол графикалық блок-диаграммаларды тұрғызуға, динамикалық жүйелерді иммитациялауға, жүйелердің жұмыс қаблеттілігін зерттеуге және жобаларды дамытуға мүмкіндік береді. Simulink толғымен MATLAB-қа интеграцияланған, ол анализдеу және жобалау құралдарының кең спектріне тез арада кіруін қамтамасыз етеді. Сондай-ақ

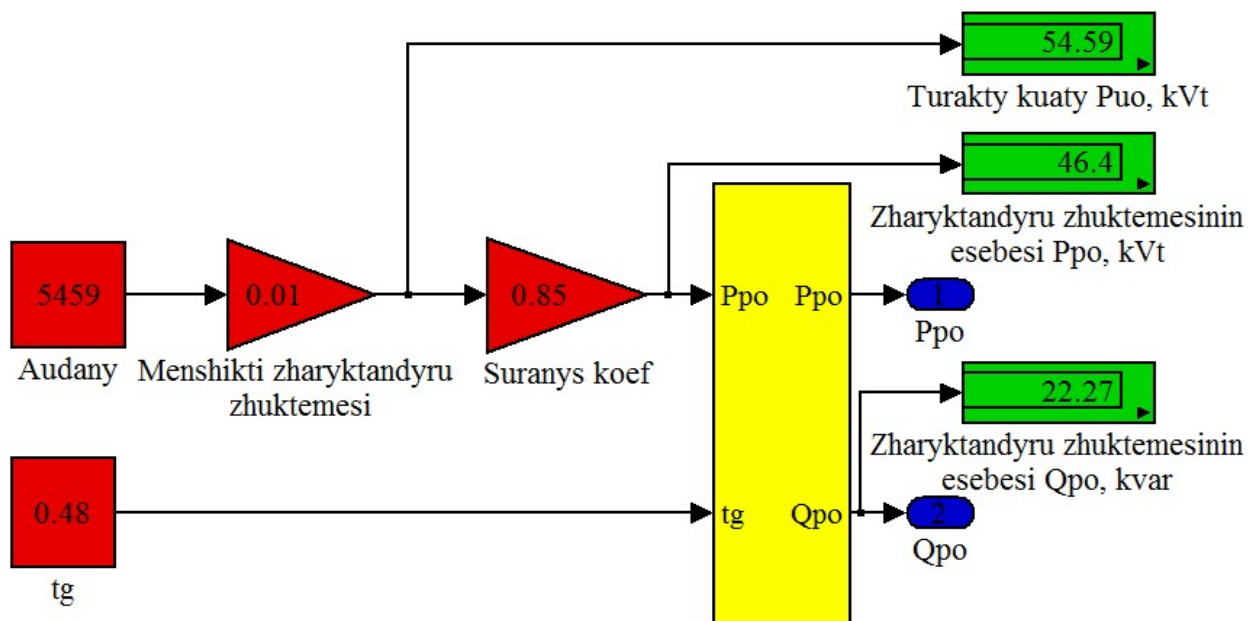
Simulink шақырылған оқиғалардың тәртібін модельдеу үшін Stateflow-мен де интеграцияланған. Бұл артықшылықтар Simulink-ті басқару және коммуникация жүйелерін жобалау және сандық өңдеу мен басқа да қосымшаларда модельдеу үшін ең танымал құрал екенін көрсетеді.

3.2 Зауыт цехтары бойынша күштік жүктемелерді модельдеу

Кернеуі 0,4 кВ зауыт цехтары бойынша жарық жүктемелері мына формулалар бойынша есептеледі:

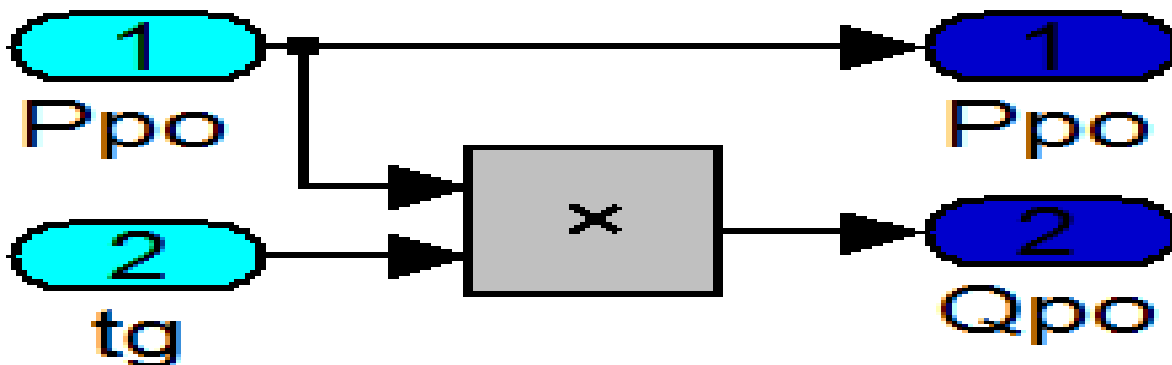
$$P_{уст.о} = \rho_o \cdot F, \text{ кВт},$$

Осы формулалардың компьютерлік моделі 3.1-суретте көрсетілген.



3.1-сурет. Цехтағы жарық жүктемесін есептеу блогы

Бұл жердегі сары түсті блогының моделі 3.2-суретте берілген.



3.2-сурет. Жарықтандыру жүктемесінің формуласы

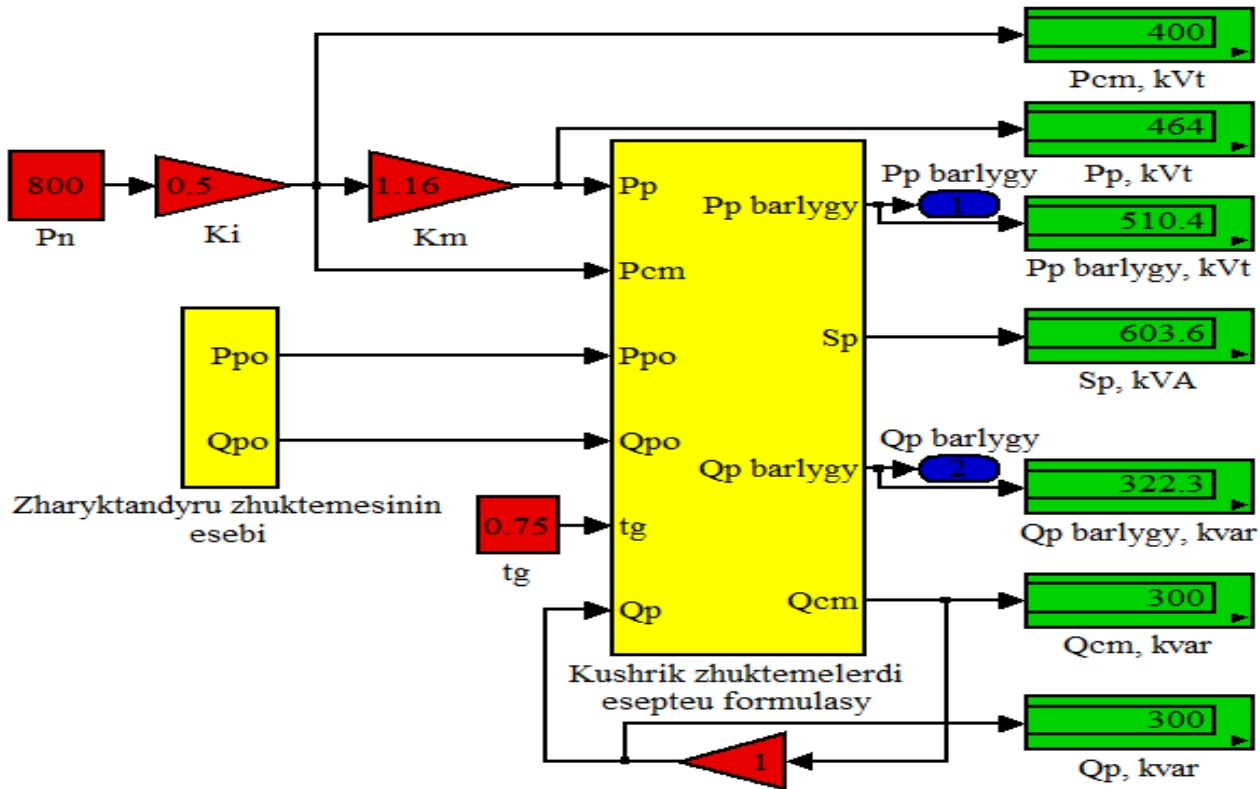
$$P_{cm} = P_n \times K_n, \text{ кВт},$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \times \text{tg}\varphi, \text{ квар},$$

$$P_p = P_{cm} \times K_m, \text{ кВт},$$

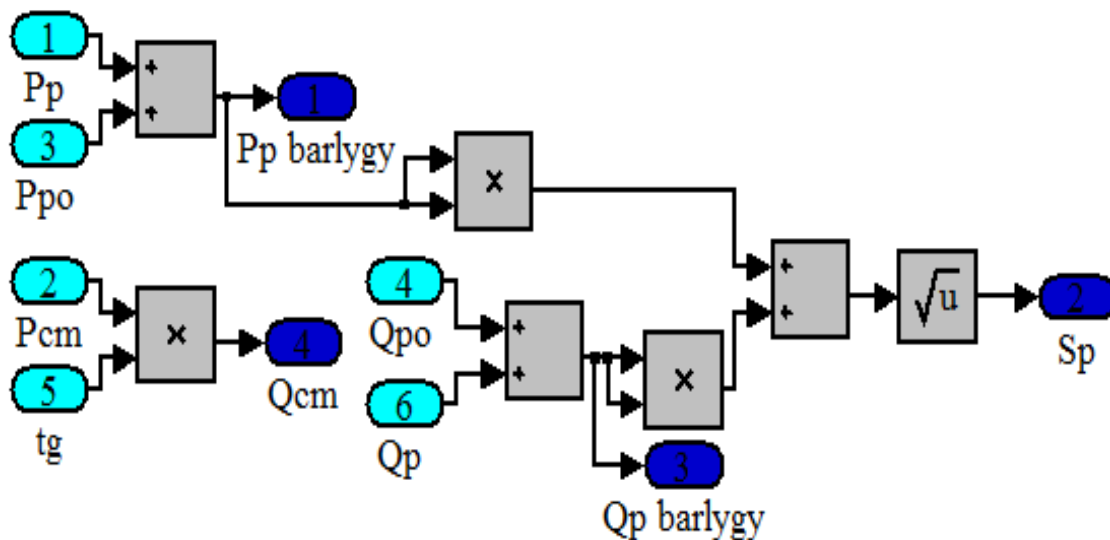
$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_{cm}^2}, \text{ кВА}.$$

Осы берілген формулалардың компьютерлік моделі 3.2-суретте көрсетілген.



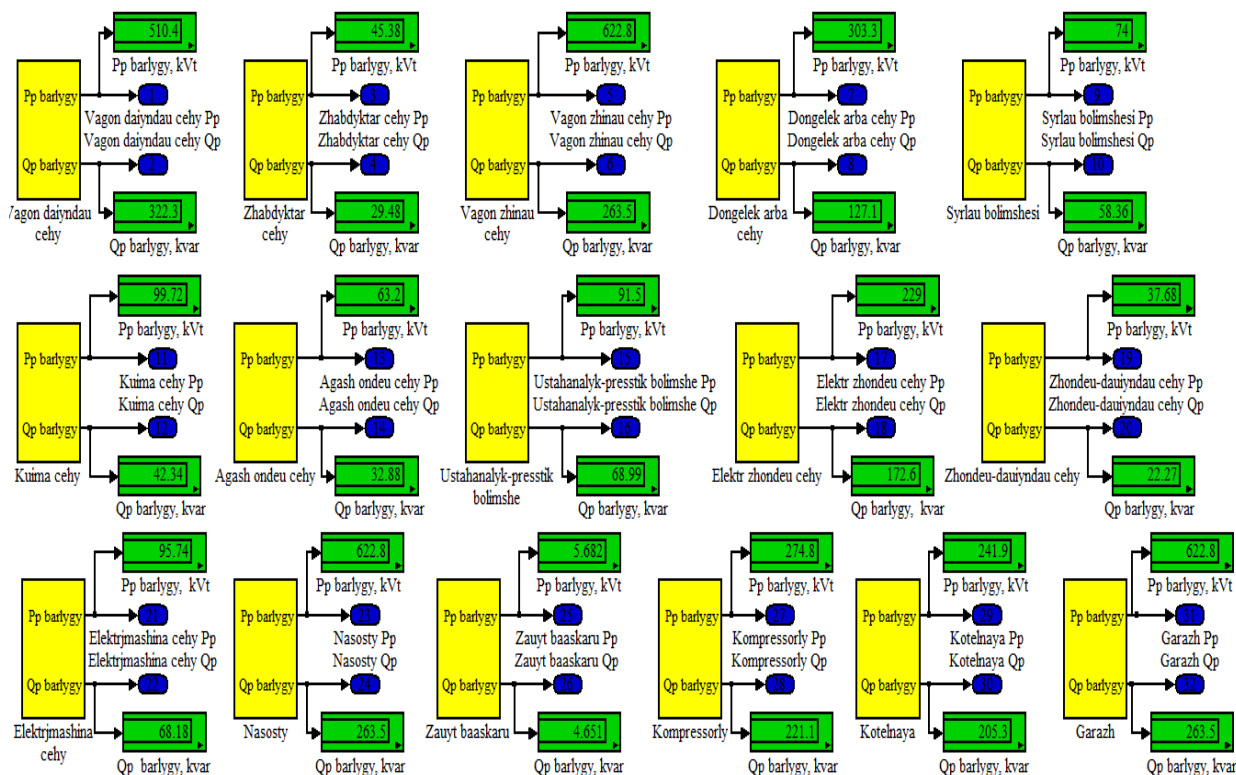
3.2-сурет. Цех бойынша күштік жүктемені есептеу блогы

Бұл суреттегі қызыл түсті математикалық операциялар бастапқыда берілген тұрақты шамалар. Ал жысыл түсті дисплейлар жүктемелердің мәндері. Жоғарыдағы қарастырылып отырған формулалар күштік жүктемелерді есептеу блогында орналасқан. Ол блог 3.3-суретте көрсетілген.



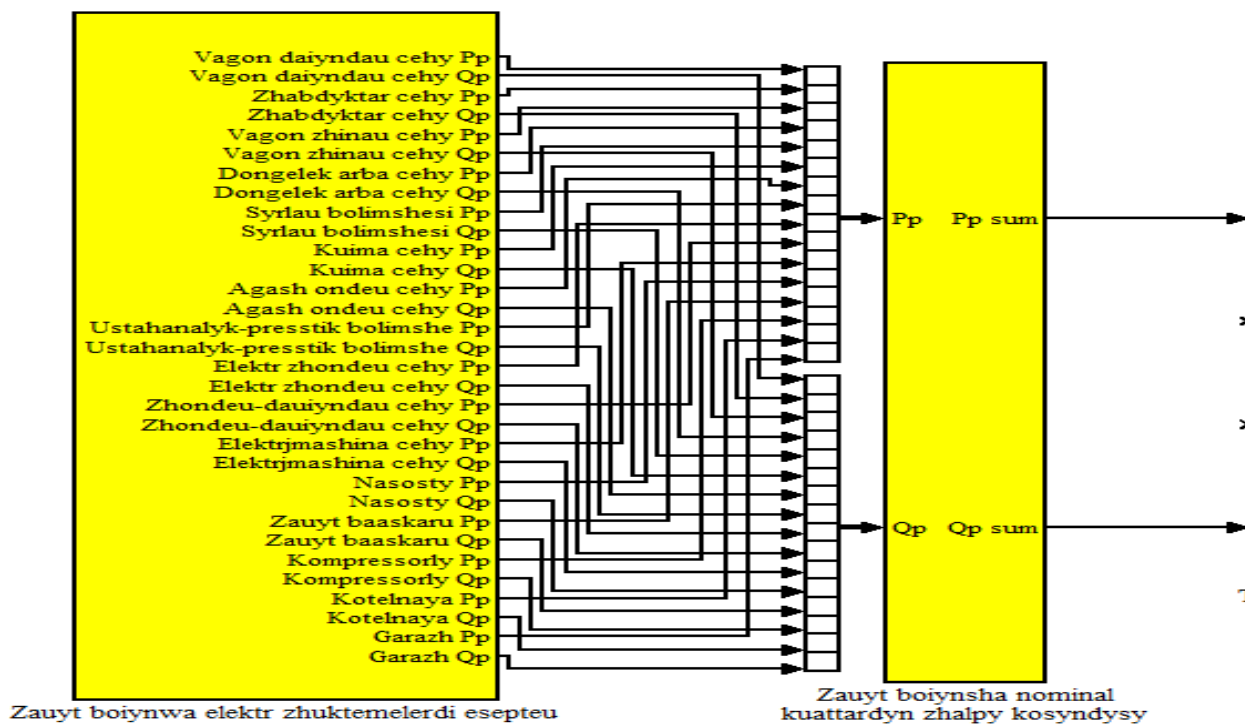
3.3-сурет. Күштік жүктемелерді есептеу формулалары

Дал осы блогтар арқылы зауыттағы барлық барлық жүктемелер есептеледі де 3.4-суреттегідей бір блогқа жинастырылады.



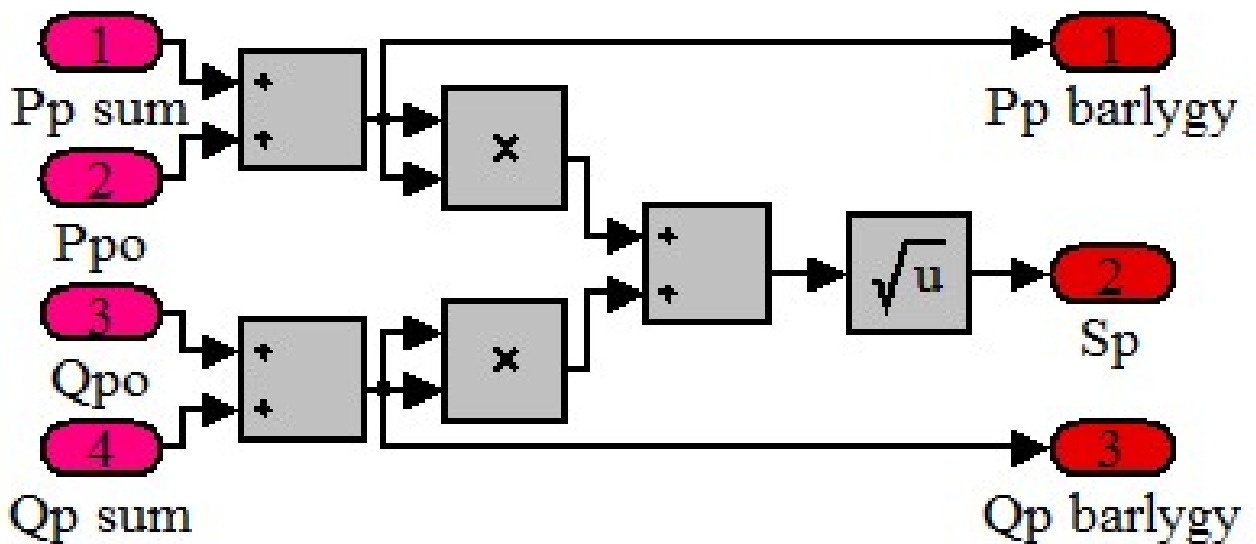
3.4-сурет. Зауыт жүктемелерінің есептік қуаттары

Барлық цехтағы есептік қуаттардың номиналды қуаты 3.5-суретте көрсетілгендей келесі блогта есептеледі.



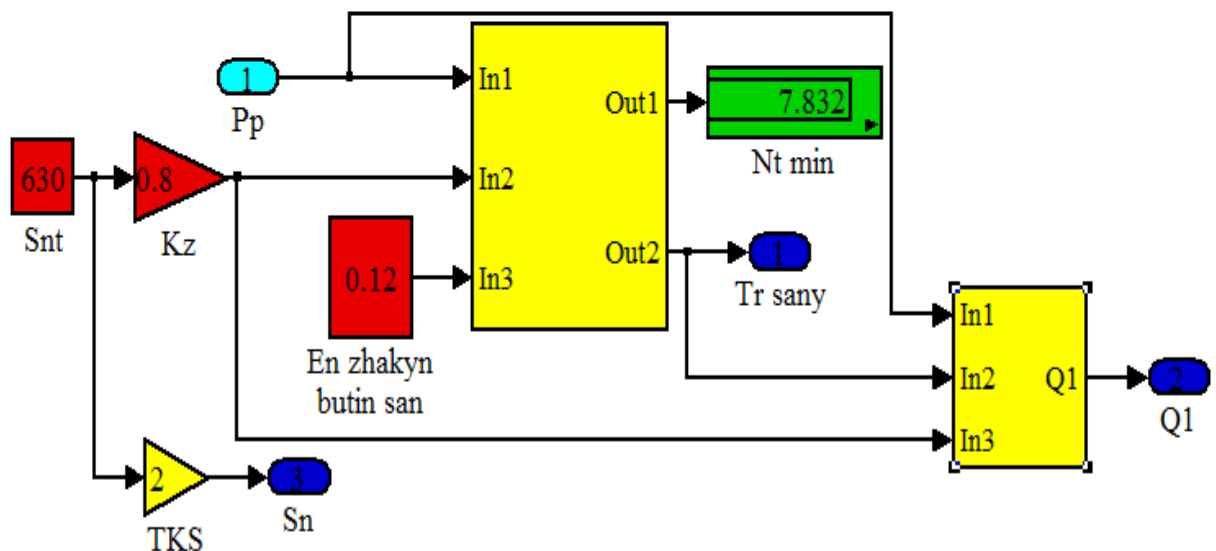
3.5-сурет. Зауыт бойынша электр жүктемелердің суммарлы номинал қуаттарын есептеу блогы

Суммарлы номиналды қуаттары есептелгеннен кейін одан кейінгі блогта толық қуаты есептеледі де активті, реактивті және толық қуаттарының шамалары алынады. Толық қуатты есептеу формуласы 3.6-суретте көрсетілген.



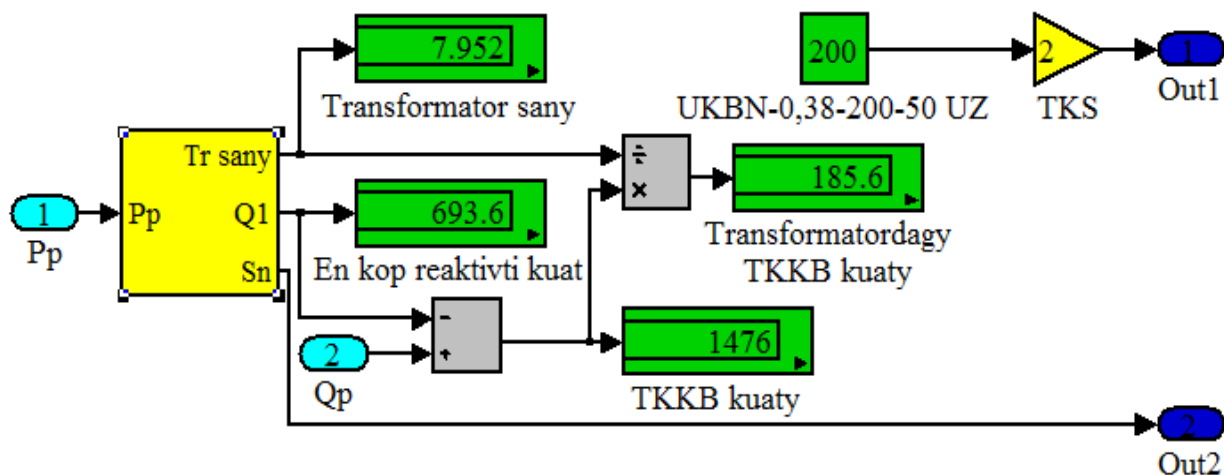
3.6-сурет. Толық қуатты есептеу формуласы

Толық қуат есептелгеннен кейін зауыттағы цех трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты қарымталауын есептеу, төмен кернеулі конденсатор батареясын таңдау. Мұндай есептеулер келесі суреттер бойынша жүреді. Ең алдымен цех трансформаторларының минималды саны есептеледі. Есептелудің моделі 3.7-суретте көрсетілген.

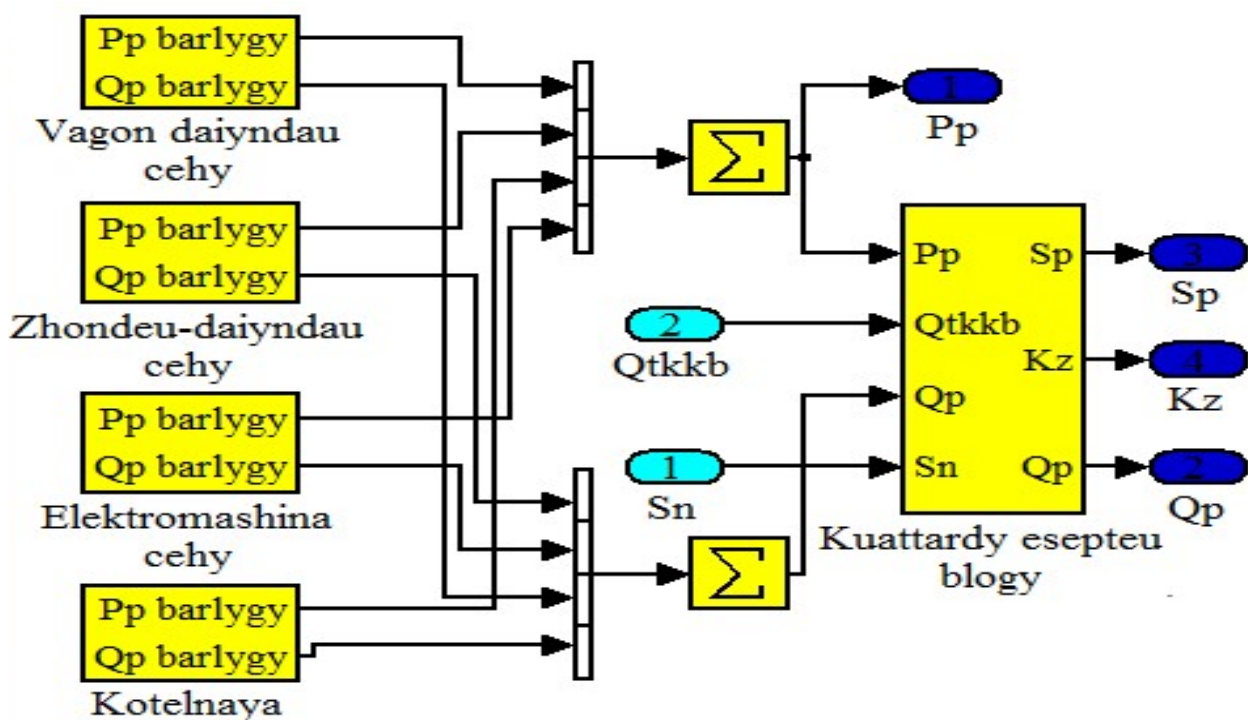


3.7-сурет. Цех трансформаторларының минималды санын есептеу

Цех трансформаторларының минималды санын есептеп алғаннан кейін трансформатордағы төмен кернеулі конденсатор батареясының қуаты есептеледі. Осы қуатқа байланысты төмен кернеулі конденсатор батареясы тандалынады. Бұл есептік процесс 3.8-суретте көрсетілген.

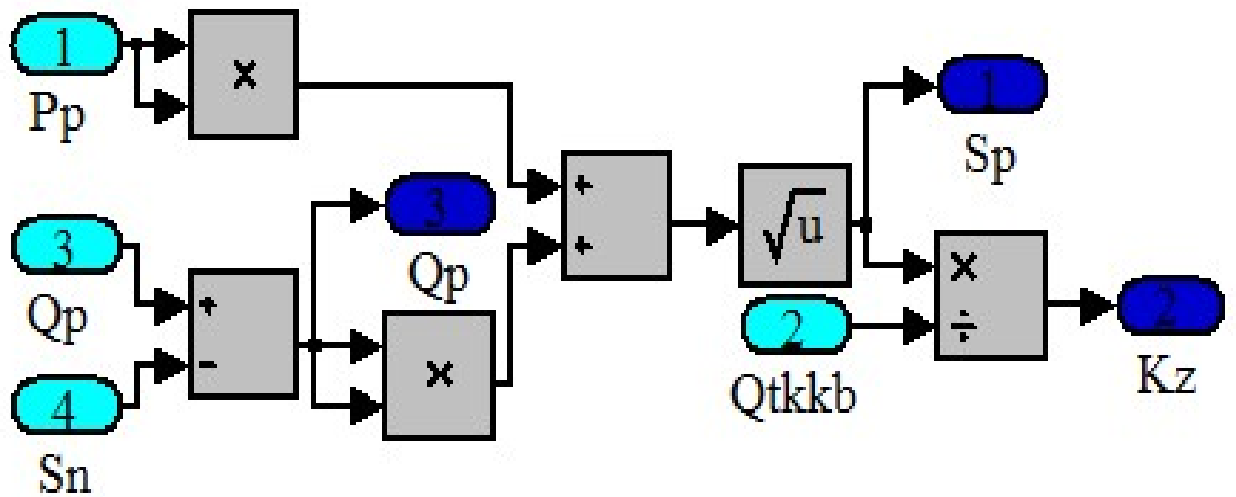


3.8-сурет. Төмен кернеулі конденсатор батареясын таңдау блогы



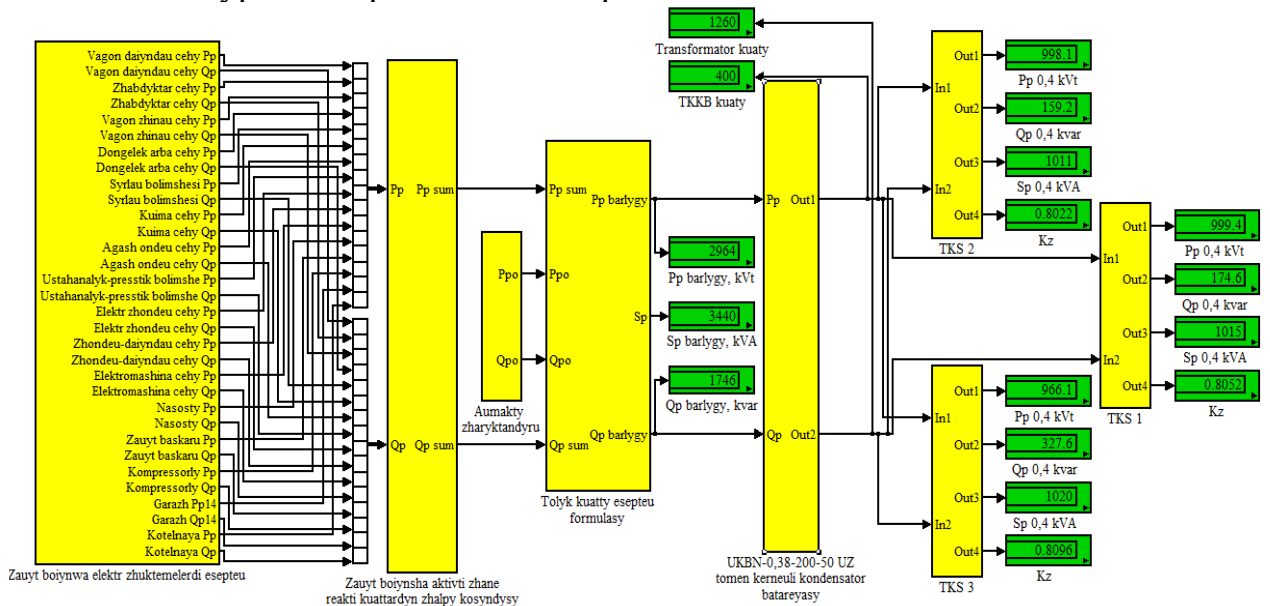
3.9-сурет. ТҚС-на жүктемесіне байланысты жинақталған блогы

ТҚС-на жүктемесіне байланысты жинақталған блогындағы есептеу амалдары өуаттарды есептеу блогында орналасқан. Оның модельдік блогы 3.10-суретте көрсетілген.



3.10-сурет. ТҚС-на жүктемесіне байланысты жинақталған блогындағы есептеу блогының моделі

Дәл осылай зауыттағы цехтар ТҚС-ғы трансформатор қуатына байланысты жинақталады. Осы барлық есептеулердегі блогтар тізбектей орналасады. Зауытты электрмен жабдықтау процесінің жалпы компьютерлік моделі 3.10-суретте көрсетілгендей орындалады.



3.10-сурет. Зауыттың компьютерлік моделі

4 Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын техника-экономикалық жағынан салыстырып таңдау

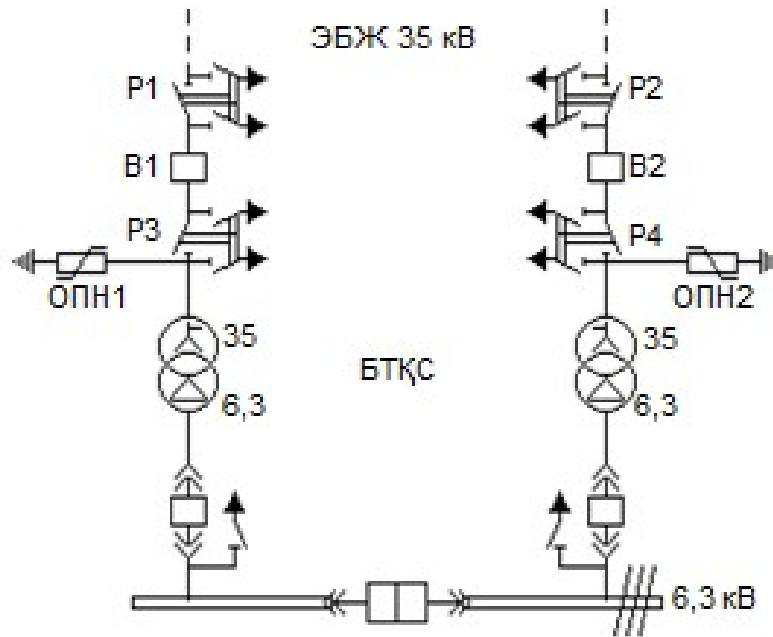
4.1 Есептеу жолы

Өнеркәсіптік электр жабдықтарын оңтайландыру мәселелерін шешуде әлденешеу нұсқаларды салғастыру тиіс. Өнеркәсіптік энергетиканы есептеудің сандаған нұсқаларының болуы техникалық-экономикалық есептеулерді керек етеді. Мата есептеулердің мақсаты-тізбектің ыңғайлы (ұтықты) нұсқасын айқындау, электр жүйесінің параметрлерін әлі оның элементтерін дәлелдеу. Алматы вагон дұрысырақ зауыты қуаты 4 МВА, кернеуі 35/6 кВ 10000 кВА тепе-тең 2 трансформаторлық қосымша станциядан қару алады. Энергия жүйесінің қосымша станциясынан зауытқа дейінгі қашықтық-2,5 км. зауыт қос ауысыммен іс істейді. Әрбір салыстырылатын әр қарызды шарт болуы тиіс жә үшбу объектінің жоғарғы бөлімдерінде көрсетілген талаптарға, сондай-ақ ережелер бен жат дағы директивалық нұсқауларға (ПУ) сәйкесті келуі керек. Салыстырылған нұсқаларды техникалық-экономикалық құндау уақытында олардың құнының көрсеткіштері шешуші рөл атқарады, демек. капиталдың есептік шығыстары – К әм есептелген жылдық ұсталымдар – с. Электр жабдықтары элементтерінің есептеулері ұлғаймауы үшін кезмал қос мазмұн нұсқаның өзгеретін бөліктеріне қана есептеледі. Жабдықтар бен аппараттар олардың номиналды параметрлері, есептік жүктеме пен келте тұйықталу токтарының шамасынан аспайтын мәндері бойынша таңдалады. Өткізгіштердің көлденең қимасының аудандары токтың экономикалық тығыздығына, жылуға әлі молақ тұйықталу тогына сәйкесті анықталады. Әрбір жылдық С өндірісін есептік ұстап қалу мыналардан алынады: C_w энергия шығындарының құны, C_a амортизациялық аударымдары әлі ағымдағы дұрыстау шығындары ср. яғни, с мәні: $C = C_w + C_a + C_p$. Пар нұсқаны салыстыра отырып, 3 олардың тиімділігін болжалды шығындардың минимумына орайлас таңдайды: $Z = C + P \cdot R_n$, мұндағы $R_n = 0,6$ -тиімділіктің нормативтік коэффициенті. Ағымдағы дұрысырақ шығындары темірбетон тіректеріндегі кабельдік желілер бен көк желілері үшін құрылым құнының 0,5% әм жанама станция үшін 1,0% құрайды. Кезмал жобада

ГДР электр жабдыктарының 2 нұсқасы салыстырылады. 1-нұсқа бойынша 2,5 км қашықтықта орналасқан қуаты 4 МВА, кернеуі 10000 кВА пара-пар 35/6 кВ 2 трансформаторлық үстеме станциядан, кәнеки 2-нұсқа бойынша-6,3 кВ трансформатор орамасынан шарық желісін жаю. Амортизация нормалары келесідей қабылданады (4.1-кесте:)

4.1.1. 1-ші нұсқа

Ең алдымен энергожүйе қосалқы станциясының электржабдықтау сұлбасы сызылады. Оның сұлбасы 4.1-суретте көрсетілген.



4.1-сурет. Электржабдықтау сұлбасының 1-ші нұсқасы.

1-ші нұсқа бойынша электржабдыктар таңдалынады.

а) БТҚС трансформаторларын таңдау:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_э^2}, \text{ кВА}; \quad (4.1)$$

$$S = \sqrt{2962^2 + 599,1^2} = 3021,98 \text{ кВА}.$$

Оның паспорттық берілулері 4.2-кестеде көрсетілген.
Жүктелу коэффициенті:

$$K_3 = \frac{S_p}{2 \times S_H}, \quad (4.2)$$

$$K_3 = \frac{3021,98}{2 \times 2500} = 0,6$$

4.2-кесте - Трансформатордың паспорты

Трансформатор түрі	S _H , кВА	U _{BH} , В	U _{HH} , В	I _{XX} , %	U _{K3} , %	ΔP _{K3} , кВт	ΔP _{XX} , кВт
ТМН 2500/35/6,3	2500	35	6,3	1	6,5	23,5	4,1

1) активті:

$$\Delta P_{\text{ТБТКС}} = 2 \cdot (\Delta P_{\text{XX}} + \Delta P_{\text{K3}} \cdot K_3^2), \text{ кВт}; \quad (4.3)$$

$$\Delta P_{\text{ТБТКС}} = 2 \cdot (4,1 + 23,5 \cdot 0,6^2) = 25,12 \text{ кВт}.$$

2) реактивті:

$$\Delta Q_{\text{ТБТКС}} = 0,02 \cdot (I_{\text{XX}} + U_{\text{K3}} \cdot K_3^2) \cdot S_{\text{H}}, \text{ квар}; \quad (4.4)$$

$$\Delta Q_{\text{ТБТКС}} = 0,02 \cdot (1 + 6,5 \cdot 0,6^2) \cdot 2500 = 167 \text{ квар}.$$

$$\tau = (0,124 + T_M \times 10^{-4})^2 \times 8760, \quad (4.5)$$

$$\tau = (0,124 + 6000 \times 10^{-4})^2 \times 8760 = 4592 \text{ с}.$$

Трансформатордың активті қуат шығыны:

$$\Delta W = 2 \times (\Delta P_{\text{XX}} \times T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{K3}} \times \tau \times K_3^2), \text{ кВтс}; \quad (4.6)$$

$$\Delta W = 2 \times (4,1 \times 6000 + 23,5 \times 4592 \times 0,6^2) = 126897 \text{ кВтс}.$$

Сонда трансформатор тұтынатын электр энергиясының құны біреу жыл ішінде 1142073 теңгені құрайды. Трансформаторлық жанама станция үшін бөлінетін капиталдың мөлшері: $K = 6000000 \times 2 = 12000000$ тг. Трансформатордың энергия шығынының құны: $C_w = 1142073$ тг. Трансформаторлық қосымша станцияның амортизация шығынының құны: $C_a = 756000$ тг. Трансформаторлық қосымша станцияны ағымдағы жөнделірек шығындарының құны: $C_p = 120000$ тг.

б) ЭБЖ (Электр беріліс желісі) –35 кВ.

ЭБЖ-нен өтетін толық қуаты:

$$S_{\text{ЭБЖ}} = \sqrt{(P_P + P_{\text{ТБТКС}})^2 + Q_{\text{Э}}^2}, \text{ кВА}; \quad (4.7)$$

$$S_{\text{ЭБЖ}} = \sqrt{(2962 + 40,5)^2 + 599,1^2} = 3062 \text{ кВА}.$$

$$I_{\text{е}} = \frac{S_{\text{ЭБЖ}}}{2\sqrt{3}U_H}, \quad \text{А} \quad (4.8)$$

$$I_{\text{е}} = \frac{3062}{2 \times \sqrt{3} \times 35} = 25 \text{ А}$$

Авариялық режимдегі ток:

$$I_{\text{ав}} = 2 \times I_{\text{е}}, \text{ А}; \quad (4.9)$$

$$I_{\text{ав}} = 2 \times 25 = 50 \text{ А}.$$

$$F = \frac{I_{\text{е}}}{j}, \text{ мм}^2 \quad (4.10)$$

$$F = \frac{25}{1} = 25 \text{ мм}^2$$

мұндағы: $j=1 \text{ А/мм}^2$ - экономикалық токтың тығыздығы,
 $T_m=6000 \text{ сағ}$ және алюминий сымы.

Экономикалық токтың тығыздығына байланысты сым қимасы анықталғаннан кейін мына сым қабылданады: АС -25/4,2 $I_{\text{доп}}=142 \text{ А}$.

Өткізгіш сымның құны $2,5 \text{ км} = 250\,000 \times 3 = 750\,000 \text{ тг}$

Берілген ток бойынша таңдалған сым тексеріледі.

$$I_{\text{доп}} = 142 \text{ А} > I_{\text{е}} = 25 \text{ А} .$$

Авариялық режим бойынша:

$$I_{\text{доп ав}} = 1,3 \times I_{\text{доп}} = 1,3 \times 142 = 185 \text{ А} > I_{\text{ав}} = 50 \text{ А}$$

ЭБЖ-де электроэнергия шығыны:

$$\Delta W_{\text{ЭБЖ5}} = 2 \times 3 \times I_{\text{е}}^2 \times R \times \tau, \text{ кВтс}; \quad (4.11)$$

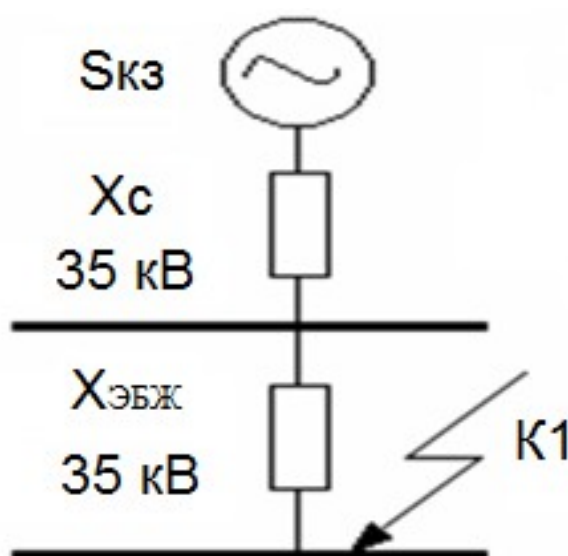
$$\Delta W_{\text{ЭБЖ5}} = 2 \times 3 \times 25^2 \times 2,25 \times 10^{-3} \times 4592 = 17220 \text{ кВтс},$$

мұндағы: $R=r_0 \times L=0,89 \times 2,5=2,25 \text{ Ом}$,

$r_0=0,89 \text{ Ом/км}$ – болат алюминий сымның меншікті кедергісінің қимасы 25 мм^2 ,

$l=2,5 \text{ км}$ – сызық ұзындығы. 1 квт•сағ электр энергиясы үшін қосылған баға салығынсыз 9 тг қабылданады. Сонан кері желідегі энергия шығындарының құны 154980 тг құрайды. Аспан желісінің сүйемел тіректері пен құлыптау арматурасының, оқшаулағыштар бен қосқыштардың құны 5000000 тг. Көк желісіне бөлінген капитал мөлшері: $K=750000 \times 2 + 125000000 \times 2 = 14000000 \text{ тг}$. Аспан желісінің энергия шығынының құны: $C_w=154980 \text{ тг}$. Аспан желісінің амортизациялық шығыстарының құны: $C_a=32200 \text{ тг}$. Аспан желісін ағымдағы дұрыстау шығындарының құны: $C_p=140000 \text{ тг}$.

в) Кернеуі 35 кВ-қа ажыратқыш таңдау.



4.2-сурет. К1 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогын есептеу үшін құрылған алмасу сұлбасы

Алмасу сұлбасының параметрлері: $S_6=1000 \text{ МВА}$; $U_6=35 \text{ кВ}$.

Жүйенің кедергісі:

$$x_c = \frac{S_6}{S_{кз}} \quad , \quad \text{с.б.;} \quad (4.12)$$

$$x_c = \frac{1000}{500} = 2 \text{ с.б.}$$

Базистік ток:

$$I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3} \times U_H}, \text{ кА}; \quad (4.13)$$

$$I_{\sigma} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 35} = 16,495 \text{ кА.}$$

Желілің кедергісі:

$$X_{\sigma} = X_0 \times L \times \frac{S_{\sigma}}{U_{cp}^2}, \text{ с.б.}; \quad (4.14)$$

$$X_{\sigma} = 0,4 \times 2,5 \times \frac{1000}{35^2} = 0,816 \text{ с.б.}$$

Қысқа тұйықталу тогы:

$$I_K = \frac{I_{\sigma}}{X_c + X_{\sigma}}, \text{ кА}; \quad (4.15)$$

$$I_K = \frac{16,495}{2 + 0,816} = 5,857 \text{ кА.}$$

$$i_y = \sqrt{2} \times K_y \times I_K, \text{ кА}; \quad (4.16)$$

$$i_y = \sqrt{2} \times 1,8 \times 5,857 = 14,91 \text{ кА.}$$

В1 және В2 ажыратқыштары үшін LF1 типті үшфазалы элегазды ажыратқышы таңдалынады.

$$I_{ном} = 630 \text{ А} > I_{ав} = 185 \text{ А};$$

$$I_{откл} = 25 \text{ кА} > I_K = 5,857 \text{ кА};$$

$$I_{дин} = 64 \text{ кА} > i_y = 14,91 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 25 \text{ кА} > I_K = 5,857 \text{ кА};$$

Р1-4 айырғыштары үшін LARC типті элегазды айырғышы қабылданады:

$$I_{ном} = 400 \text{ А} > I_{ав} = 185 \text{ А};$$

$$I_{дин} = 64 \text{ кА} > i_y = 14,91 \text{ кА};$$

$$I_{терм} = 25 \text{ кА} > I_K = 5,857 \text{ кА};$$

ОПН1-2: Ток кернеуінің күшеюіне шек қойғыш ОПН-35У1

LF1 типті элегазды екі ажыратқышының құны 6 млн. тг.

$$K_{B1-2} = 2 \times 3000000 = 6000000 \text{ тг}$$

LARC типті элегазды төрт айырғышының құны 400000 тг.

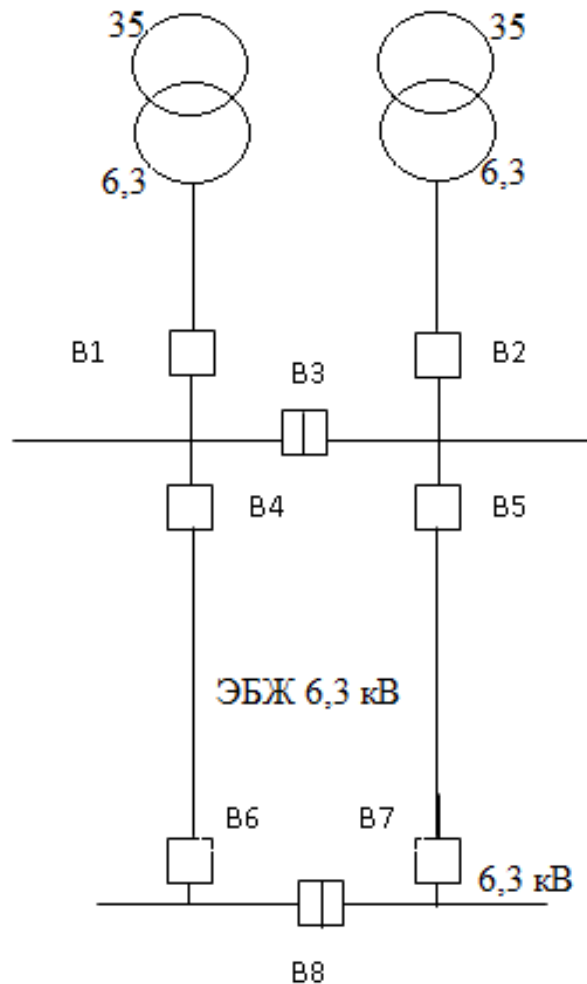
$$K_{P1-4} = 4 \times 100000 = 400000 \text{ тг}$$

ОПН-П-35УХЛ1 ток кернеуінің күшеюіне шек қойғыштың құны 100800 тг.

$$K_{P1-4} = 2 \times 504000 = 100800 \text{ тг}$$

4.1.2. 2-ші нұсқа – БТҚС-да кернеуі 6,3 кВ екі орамды трансформаторларды орнату.

Алдымен энергожүйе қосалқы станциясының электржабдықтау сұлбасы 5-сурет бойынша сызылады.



4.3-сурет. Электржабдықтау сұлбасының 2-ші нұсқасы

2-ші нұсқа бойынша электрқондырғы таңдалады.

а) ЭБЖ –6,3 кВ.

ЭБЖ-ден өтетін толық қуаты (4.1) формула бойынша есептеледі:

$$S = \sqrt{2962^2 + 599,1^2} = 3021,98 \text{ кВА.}$$
$$I_p = \frac{3021,98}{2 \times \sqrt{3} \times 6,3} = 138 \text{ А.}$$

Авариялық режимдегі токты есептеу үшін (4.9) формуласы пайдалағылады:

$$I_{ав} = 2 \times 138 = 276 \text{ А.}$$

Тоқтың экономикалық тығыздығына байланысты сым қималары (4.10) формуласымен анықталады:

$$F = \frac{138}{1,2} = 115 \text{ мм}^2$$

мұнда $j=1,2 \text{ А/мм}^2$ тоқтың экономикалық тығыздығы, $T_m=6000 \text{ сағ}$ және алюминий сымдарда.

Тоқ өткізгіші қабылданады: 3хАС – 120/27, $I_{доп}=375 \text{ А.}$

Өткізгіш сымның құны $2,5 \text{ км} = 200\,000 \times 3 = 600\,000 \text{ тг}$

Берілген токтарды таңдалған сымдармен тексертеді:

Есеп-айыру тоғында:

$$I_{доп} = 375 \text{ А} > I_p = 138 \text{ А:}$$

Авариялық режимде:

$$I_{доп\ ав} = 1,3 \times I_{доп} = 1,3 \times 375 = 487,5 \text{ А} > I_{ав} = 276 \text{ А.}$$

ЭБЖ-де электр энергия шығыны (4.11) формуласымен есептеледі:

$$\Delta W_{ЭБЖ} = 2 \times 3 \times 138^2 \times 0,61 \times 10^{-3} \times 4592 = 320067 \text{ кВтс,}$$

б) Энергожүйенің трансформаторы

Типі ТРДН–25000/110 $S_n=25000 \text{ кВА}$, $U_{вн}=110 \text{ кВ}$, $U_{нн}=10,5 \text{ кВ}$, $U_k=10,5\%$.

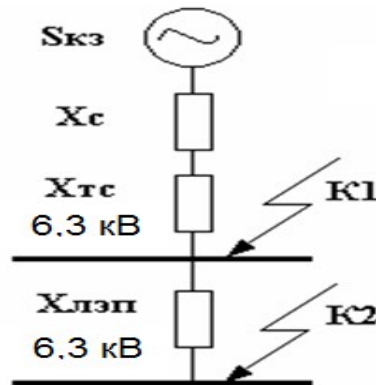
Энергожүйе трансформаторларының зауыт қуатына үлестік қатысу коэффициенті:

$$\gamma = \frac{S_{\text{ЭБЖ}}}{2 \times S_H}; \quad (4.17)$$

$$\gamma = \frac{94000}{2 \times 25000} = 1,88$$

в) Кернеуі 6,3 кВ-қа ажыратқыш таңдалады.

Аспап таңдап алмас бұрын 4.4-сурет бойынша алмасу сұлбасы құрылады да қысқа тұйықталу тоғы есептеледі:



4.4-сурет. K1 және K2 нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогын есептеу үшін құрылған алмасу сұлбасы.

Алмасу сұлбасының параметрлері: $S_6=1000\text{MBA}$; $U_6=6,3\text{ кВ}$.

(4.12) формуласы бойынша жүйенің кедергісі:

$$x_c = \frac{1000}{500} = 2 \text{ с.б.}$$

(4.13) формуласы бойынша базистік ток:

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6,3} = 92 \text{ кА.}$$

(4.14) формуласы бойынша желінің кедергісі:

$$X_{\text{л}} = \frac{0,4}{3 \times 2,5} \times \frac{1000}{6,3^2} = 1,3 \text{ с.б.}$$

Жүйедегі трансформатордың кедергісі:

$$X_{m.cuc} = \frac{U_k \times S_6}{100 \times S_H}, \text{ с.б.}; \quad (4.18)$$

$$X_{m.cuc} = \frac{6,3 \times 1000}{100 \times 25} = 2,52 \text{ с.б.}$$

(4.15) формуласы бойынша қысқа тұйықталқ тогы:

$$I_{k1} = \frac{92}{2 + 2,52} = 20,35 \text{ кА};$$

$$I_{k2} = \frac{92}{2 + 2,52 + 1,3} = 15,81 \text{ кА.}$$

(4.16) формуласы бойынша:

$$i_y = \sqrt{2} \times 1,8 \times 20,35 = 51,8 \text{ кА};$$

$$i_y = \sqrt{2} \times 1,8 \times 15,81 = 40,24 \text{ кА.}$$

Энергожүйеге трансформатордың авариялық тоғына байланысты ажыратқыш В1 және В2 таңдалады.

Екі орамды трансформатордың қуаты теңдей бөлінген деп есептеледі де апаттық режим қуатын $2 \times 12,5 \text{ МВА}$ деп қабылданып, (4.13) формуласы пайдаланылады.

$$I_{AB} = \frac{2 \times 12,5}{\sqrt{3} \times 6,3} = 2291 \text{ А},$$

$$I_p = \frac{S_{AB}}{2 \times \sqrt{3} \times U_H}, \text{ А};$$

$$I_p = \frac{2 \times 12,5}{2 \times \sqrt{3} \times 6,3} = 1145 \text{ А.}$$

В1 және В2 ажыратқыш үшін LF3 типті элегазды ажыратқышы таңдалады.

$$I_{ном} = 3150 \text{ А} > I_{ав} = 2291 \text{ А};$$

$$I_{откл} = 31,5 \text{ кА} > I_k = 20,35 \text{ кА};$$

$$I_{пред} = 81 \text{ кА} > i_y = 51,8 \text{ кА};$$

$$I_{\text{терм}} = 31,5 \text{ кА} > I_k = 20,35 \text{ кА};$$

P1-4 айырғыштары үшін: Interpact INS2500

$$I_{\text{ном}} = 2500 \text{ А} > I_{\text{ав}} = 2291 \text{ А};$$

$$I_{\text{дин}} = 85 \text{ кА} > i_y = 51,8 \text{ кА};$$

$$I_{\text{терм}} = 31,5 \text{ кА} > I_k = 20,35 \text{ кА};$$

Секциялық ажыратқыш үшін: LF1

$$I_{\text{ном}} = 1250 \text{ А} > I_p = 1145 \text{ А};$$

$$I_{\text{откл}} = 31,5 \text{ кА} > I_k = 8,9 \text{ кА};$$

$$I_{\text{пред}} = 81 \text{ кА} > i_y = 22,7 \text{ кА};$$

$$I_{\text{терм}} = 31,5 \text{ кА} > I_k = 8,9 \text{ кА};$$

LF1 типті элегазды екі ажыратқышының құны 8 млн. тг.

$$K_{\text{В1-2}} = 2 \times 4000000 = 8000000 \text{ тг}$$

LARC типті элегазды төрт айырғышының құны 800000 тг.

$$K_{\text{P1-4}} = 4 \times 200000 = 800000 \text{ тг}$$

ОПН-П-35УХЛ1 ток кернеуінің күшеюіне шек қойғыштың құны 100800 тг.

4.3-кесте. ТЭР

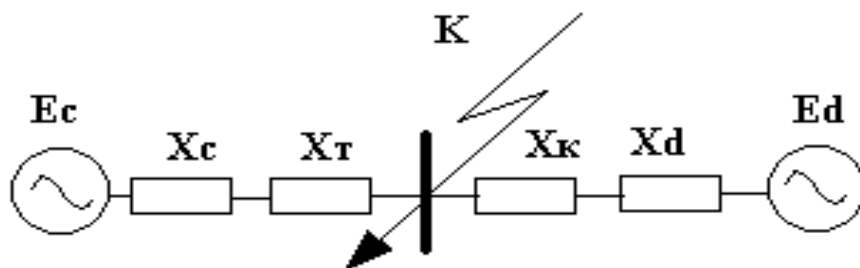
I нұсқа	C _w ,тг	C _a ,тг	C _p ,тг	K,тг	З,тг
БТҚС	1,14 млн	0,75 млн	0,12 млн	12 млн	
ЭБЖ	0,15 млн	0,32 млн	0,115 млн	14 млн	
Коммутациялық аппараттар		0,18 млн	0,065 млн	6,5 млн	
Барлығы	1,29 млн	1,25 млн	0,3 млн	32,5 млн	22,34 млн

4.4-кесте. Техника-экономикалық салыстыру

II нұсқа	C _w ,тг	C _a ,тг	C _p ,тг	K,тг	З,тг
ЭБЖ	2,88 млн	0,29 млн	0,053 млн	13,7 млн	
Коммутациялық аппараттар		0,27 млн	0,098 млн	9,8 млн	
Барлығы	2,88 млн	0,56 млн	0,151 млн	23,5 млн	17,69 млн

II нұсқаның тиімділігі электр жабдықтары нұсқаларының техникалық-экономикалық салыстырмалы кестелерінің нәтижелері бойынша ілгері болғандықтан, үскі кездеме нұсқаны таңдаймыз.

4.3 Кернеуі 10,5 кВ жабдықтарын таңдау және қысқа тұйықталу токтарын есептеу



4.5-сурет. К нүктесіндегі қысқа тұйықталу тогын есептеу үшін құрылған алмасу сұлбасы.

Орынбасу сұлбасының параметрлері табылады:

$$S_6=1000 \text{ МВА}; X_c =2+0,04=2,04 \text{ с.б.}; U_6=6,3 \text{ кВ.}$$

Базистік ток (4.13) формуласымен анықталады.

$$I_6 = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6} = 96 \text{ кА.}$$

Жүйедегі трансформатордың кедергісі (4.18) формуласымен есептеледі:

$$X_m = \frac{6 \times 1000}{100 \times 10} = 6 \text{ с.б..}$$

Жүйеден алынатын қысқа тұйықталу тогы (4.15) формуласымен есептеледі:

$$I_{kc} = \frac{96}{2,04+6} = 11,9 \text{ кА.}$$

12 қоймадағы синхронды қозғалтқыштың кабель кедергісі (4.13) формуласымен есептеледі:

$$I_p = \frac{500}{\sqrt{3} \times 6} = 48,1 \text{ А.}$$

$$F_{\min} = \alpha \times I_k \times \sqrt{tn}, \text{ мм}^2 \tag{4.19}$$

$$F_{\min} = 12 \times 11,9 \times \sqrt{0,8} = 118_{\text{мм}^2}$$

Кабель таңдалады: ААШВ-6-(3x120), $I_{\text{доп}}=260 \text{ А}$

$$X_{\text{уд}}=0,08 \text{ Ом/км.}$$

$$X_{\kappa} = L \times X_{\text{уд}} \times \frac{S_{\sigma}}{N \times U_{\text{ср}}^2}, \quad \text{с.б.}; \quad (4.20)$$

$$X_{\kappa} = 0,4 \times 0,08 \times \frac{1000}{2 \times 6^2} = 0,04 \quad \text{с.б..}$$

Синхронды қозғалтқыштың параметрлері табалады:

$$X_d = X_{d''} \times \frac{S_{\sigma}}{S_H}, \quad \text{с.б.}; \quad (4.21)$$

$$X_d = 0,2 \times \frac{1000}{1,07} = 186,9 \quad \text{с.б..}$$

14 – цехтағы бір СҚ (4.8), (4.13) формуласы бойынша есептеу тоғы:

$$S_{\text{рСҚ}}=500 \text{ кВА,}$$

$$I_p = \frac{500}{2 \times \sqrt{3} \times 6,3} = 73,4 \text{ А}$$

(4.19) формула бойынша есептеу тоғы:

$$F_{\min} = 12 \times 11,9 \times \sqrt{0,8} = 118_{\text{мм}^2}.$$

Кабель таңдалады: ААШВ-6-(3x120), $I_{\text{доп}}=260 \text{ А}$.

БТҚС-ның ара қашықтығы СҚ 14 – цехқа $L_{14} = 0,2 \text{ км}$, $S_{\text{нСҚ}}=500 \text{ кВА}$, $X_{d''}=0,2\%$. (4.14) формула:

$$X_{\kappa 14} = 0,08 \times 0,2 \times \frac{1000}{6^2} = 0,07 \quad \text{с.б.}$$

14 – цехтағы СҚ-тың кедергісі есептеледі:

$$X_{СК14} = \frac{X_d''}{100} \times \frac{S_6}{S_{H.СД}}, \text{ с.б.}; \quad (4.22)$$

$$X_{СК14} = \frac{0,2}{100} \times \frac{1000}{1,2} = 153,8 \text{ с.б.}$$

Базистік кедергі:

$$X_{СК14} = \frac{X_{K14} + X_{СД14}}{2}, \text{ с.б.}; \quad (4.23)$$

$$X_6 = \frac{0,07 + 153,8}{2} = 76,9 \text{ с.б.}$$

Эквивалентті кедергі:

$$X_{ЭК} = \frac{X_{12} \times X_{14}}{X_{12} + X_{14}}, \text{ с.б.} \quad (4.24)$$

$$X_{ЭК} = \frac{93,5 \times 76,9}{93,5 + 76,9} = 42,2 \text{ с.б.}$$

БТП шиңасындағы СК-тан қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{К.СД} = \frac{I_6}{X_{ЭК}} = \frac{54,98}{42,2} = 1,3 \text{ кА.} \quad (4.25)$$

БТП шиңасындағы қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{К.БТКС} = I_{К.С} + I_{К.СК} = 5,9 \text{ кА} \quad (4.26)$$

$$I_{УД} = \sqrt{2} \cdot K_{УД} \cdot I_{К.БТКС} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 5,9 = 15 \text{ кА.}$$

4.3.2 Ажыратқыш таңдау

Есептік қуаты берілген: $S_p = 4504 \text{ кВА.}$

Есептік ток (4.8) формула бойынша есептеледі:

$$I_p = \frac{4504}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 216,74 \text{ А.}$$

Апаттық ток (4.9) формула бойынша есептеледі:

$$I_a = 2 \times 216,74 = 434 \text{ A.}$$

Апаттық тогына байланысты LF1 типті майлы ажыратқышы қабылданады. Таңдалған ажыратқышты 4.5-кестеде көрсетілгендей тексеріледі.

LF1 типті элегазды ажыратқышы қабылданады. Есептік мәндермен тексерілуі 4.6-кестеде көрсетілген.

4.6-кесте - LF3 типті ажыратқышының тексерілеуі

Паспорттық	Есептік
$U_n = 6 \text{ кВ}$	$U = 6 \text{ кВ}$
$I_n = 630 \text{ кА}$	$I_{ав} = 217 \text{ А}$
$I_{терм} = 25 \text{ кА}$	$I_{кз} = 5,9 \text{ кА}$
$I_{дин} = 64 \text{ кА}$	$I_{кз} = 5,9 \text{ кА}$
	$I_y = 15 \text{ кА}$

а) БТҚС-ТҚС 1 магистралі бойынша толық қуат:

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2}, \text{ кВА}; \quad (4.27)$$

$$S_p = \sqrt{(4294,74 + 68,03)^2 + (1368,08 + 335,42)^2} = 4683,55 \text{ кВА.}$$

Есептік ток (4.8) формула бойынша есептеледі:

$$I_p = \frac{4683,55}{2 \times \sqrt{3} \times 10,5} = 128,92 \text{ А}$$

Апаттық ток (4.9) формула бойынша есептеледі:

$$I_{ав} = 2 \times 128,92 = 257,8 \text{ А}$$

LF1 типті элегазды ажыратқышы қабылданады. Есептік мәндермен тексерілуі 4.7-кестеде көрсетілген.

4.7-кесте - LF1 типті ажыратқышының тексерілуі

Паспорттық	Есептік
------------	---------

$U_H=6 \text{ кВ}$ $I_H=630 \text{ А}$ $I_{откл}=25 \text{ кА}$ $I_{терм}=25 \text{ кА}$ $I_{дин}=64 \text{ кА}$	$U=6 \text{ кВ}$ $I_{ав}=257,8 \text{ А}$ $I_{кз}=5,9 \text{ кА}$ $I_{кз}=5,9 \text{ кА}$ $I_y=15 \text{ кА}$
--	---

б) БТҚС-ТҚС 2 магистралі бойынша толық қуат (4.27) формуласымен есептеледі:

$$S_p = \sqrt{(3583,24 + 54)^2 + (1359,49 + 278,21)^2} = 3988,9 \text{ кВА}.$$

Есептік ток (4.8) формула бойынша есептеледі:

$$I_p = \frac{3988,9}{2 \times \sqrt{3} \times 10,5} = 109,8 \text{ А}$$

Апаттық ток (4.9) формула бойынша есептеледі:

$$I_{ав} = 2 \times 109,8 = 219,6 \text{ А}$$

LF1 типті элегазды ажыратқышы қабылданады. 4.8-кестеде көрсетілгендей тексеріледі.

4.8-кесте - Тандалған ажыратқышының тексерілуі

Паспорттық	Есептік
$U_H=6 \text{ кВ}$ $I_H=630 \text{ А}$ $I_{откл}=25 \text{ кА}$ $I_{терм}=25 \text{ кА}$ $I_{дин}=64 \text{ кА}$	$U=6 \text{ кВ}$ $I_{ав}=219,6 \text{ А}$ $I_{кз}=5,9 \text{ кА}$ $I_{кз}=5,9 \text{ кА}$ $I_y=15 \text{ кА}$

в) БТҚС-ТҚС 3 магистралі бойынша толық қуат (4.27) формуласымен есептеледі:

$$S_p = \sqrt{(2536 + 45,58)^2 + (1868,38 + 229,36)^2} = 3326,4 \text{ кВА}.$$

Есептік ток (4.8) формула бойынша есептеледі:

$$I_p = \frac{3326,4}{2 \times \sqrt{3} \times 10,3} = 91,6 \text{ А}$$

Апаттық ток (4.9) формула бойынша есептеледі:

				I_p, A	$I_{ав}, A$	j_0	$F_э, мм^2$	$I_k, кА$	$S, мм^2$		
БТҚС-СҚ12	500	2	0,8	58,7	-	1,2	48,9	5,9	118	ААШВ-6-(3×120)	260
БТҚС -СҚ14	500	2	0,8	73,4	-	1,2	61,1	5,9	118	ААШВ-6-(3×120)	260
БТҚС -ТҚ1	4683,5	2	0,9	128,9	257,8	1,2	107,4	5,9	118	ААШВ-6-(3×120)	260
БТҚС –ТҚ2	3988,9	2	0,9	109,8	219,6	1,2	91,5	5,9	49,4	ААШВ-6-(3×95)	205
БТҚС –ТҚ3	3326,4	2	0,9	91,6	183,1	1,2	76,3	5,9	49,4	ААШВ-6-(3×95)	205

4.3.4 ТҚС-ға жүктеме ажыратқышын таңдау

$$I_p = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6} = 96 A$$

ВНП-17 с ПК-10/100 таңдалады.

4.3.5 ТҚС-ға автоматты ажыратқышты таңдау

$$I_p = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 0,38} = 1521,14 A$$

ВА53-47 с $I_{доп} = 2500A$ таңдалады.

4.3.6 Ток трансформаторын таңдау

Келесі шартпен тоқ трансформаторы таңдалады:

- а) құрылғының кернеуі бойынша: $U_{ном\ тт} \dot{>} U_{ном\ уст-ки}$;
- б) тоқ бойынша: $I_{ном\ тт} \dot{>} I_{расч}$;
- в) электродинамикалық беріктілік бойынша:
- г) екіншілік жүктеме бойынша: $S_{н2} \dot{>} S_{нагррасч}$;
- ж) термиялық беріктілік бойынша: $I_t^2 t_t > B_k$;
- з) конструкциялық және дәлдік класы бойынша.

1) Кірістегі және секциялық ажыратқыштардағы тоқ трансформаторын таңдау.

4.13-кесте - Ток трансформаторының аспап параметрі.

Аспап	Типі	A, ВА	B, ВА	C, ВА
A	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жалпы		6,5	5,5	6,5

Ток трансформаторының шығысындағы жүктемесі есептеледі. Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактіден өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}. \quad (4.28)$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2}, \text{ Ом}; \quad (4.29)$$

$$r_{\text{приб}} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}$$

$$r_{2H} = \frac{S_{2HTT}}{I_2^2}, \text{ Ом}; \quad (4.30)$$

$$r_{2H} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}.$$

мұнда $S_{\text{приб.}}$ – аспап қоректенетін қуат;
 I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2H} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}}, \text{ Ом}; \quad (4.31)$$

$$r_{\text{доппр}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}.$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}}, \quad \text{мм}^2 \quad (4.32)$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2$$

АҚР ТВ; $F=1,5 \text{ мм}^2$ сымы қабылданады.

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F}, \quad \text{Ом}; \quad (4.33)$$

$$R_{\text{пров}} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом}.$$

Алдыңғы шамалар табылады да (4.28) формуласы есептеледі:

$$R_2 = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$ВК = I_{\text{кз}}^2 \times (t_{\text{отк}} + T_{\text{а}}); \text{ кА}^2\text{с} \quad (4.34)$$

$$B_k = 4,6^2 \times (0,095 + 0,04) = 2,86 \text{ кА}^2\text{с}.$$

ТПЛК–6-У3 тоқ трансформаторы қабылданады. Оның паспорттық шамасы 4.14-кестеде көрсетілген.

4.14-кесте- ТПЛК –10-У3 т оқ трансформаторының каталог шамасы

Есептік шамалары	Каталог шамалары
$U_H = 6 \text{ кВ}$	$U_H = 6 \text{ кВ}$
$I_{ав} = 2854,6 \text{ А}$	$I_H = 6000 \text{ А}$
$B_k = 2,86 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1200 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{уд} = 15 \text{ кА}$	$I_{дин} = 81 \text{ кА}$
$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2H} = 0,8 \text{ Ом}$

2) БТҚС-ТҚС1 желісіндегі ток трансформаторы. 2.21-кестедегі ток трансформаторының аспап параметрі пайдаланылады.

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом};$$

$$r_{2H} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}.$$

мұнда $S_{\text{приб}}$ – аспап қоректенетін қуат;

I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері (4.31), (4.32) формулалары арқы есептеледі:

$$r_{\text{доппр}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}.$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

АКР ТВ; $F=1,5\text{мм}^2$ сымы қабылданады.

$$R_{\text{пров}} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

Ток трансформаторының шығысындағы жүктеменің кедергісі (4.28), (4.34) формулаларымен есептеледі:

$$R_2 = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$W_k = 4,6^2 \times (0,095 + 0,04) = 2,86 \text{ кА}^2\text{с}$$

ТЛМ –6-У3 ток трансформаторы қабылданады. Оның каталог шамасы 3. БТҚС-ТҚС2 желісіндегі ток трансформаторы. 2.21-кестедегі ток трансформаторының аспап параметрі пайдаланылады.

Ток трансформаторының шығысындағы жүктеменің кедергісі (4.28), (4.34) формулаларымен есептеледі:

$$R_2 = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$W_k = 4,6^2 \times (0,095 + 0,04) = 2,86 \text{ кА}^2\text{с}$$

4) БТҚС-ТҚС3 желісіндегі ток трансформаторы. 2.21-кестедегі ток трансформаторының аспап параметрі пайдаланылады.

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом};$$

$$r_{2н} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом.}$$

мұнда $S_{\text{приб.}}$ – аспап қоректенетін қуат;
 I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Ток трансформаторының шығысындағы жүктеменің кедергісі (4.28), (4.34) формулаларымен есептеледі:

$$R_2 = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом}$$

$$W_k = 4,6^2 \times (0,095 + 0,04) = 2,86 \text{ кА}^2\text{с}$$

ТЛМ –6-УЗ ток трансформаторы қабылданады. Оның каталог шамасы
5) БТҚС-СҚ желісіндегі ток трансформаторы. 2.21-кестедегі ток трансформаторының аспап параметрі пайдаланылады.

Жалпы зауыттағы электр жүктемелерін санау уақытында, демек өнеркәсіптік электрмен жабдықтауды оңтайландыру мәселелерін ағыту уақытында әлденешеу нұсқаны салғастыру керек болады. Өнеркәсіптік энергетикада сандаған санау нұсқаларының болуы техникалық-экономикалық есептеулерді тиіс етеді. Кездеме есептеулердің мақсаты схеманың ыңғайлы (пайдалы) нұсқасын, электр жүйесінің параметрлерін тағы оның элементтерін растау боп табылады. Мата бөлімде кернеуі 10,5 кВ жә 110 кВ үш токты трансформаторларды асаси бөлу жанама станциясына құру мақсатында пайдалылық нұсқасы айқындалатын болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста зауытты электрмен жабдықтау және MatLab ортасында компьютерлік модельдеу қарастырылды.

Жұмыстың бірінші бөлімінде «Алматы вагон жөндеу зауыты» Акционерлік Қоғамының технологиялық процесі көрсетілген. Цех және зауыт территориясы бойынша вагондардың өтуінің қысқаша схемасы және өндірістік құрылымы жайлы айталған.

Екінші бөлімде кернеуі 0,4 кВ зауыт цехтары бойынша жарық жүктемелерді және күштік жүктемелерді есептеу, зауыт цехтарын ТҚС жинақтау есептері көрсетілген. Осы есептер нәтижесінде жоғары және төмен кернеу жарықтарындағы аппараттарды таңдау әдістемесі келтірілген.

Ал үшінші бөлімде 0,4 кВ зауыт цехтары бойынша жарық жүктемелерді және күштік жүктемелерді есептеу, зауыт цехтарын ТҚС жинақтау есептерінің компьютерлік моделі көрсетілген. Бұл модельдің тиімді жағы басқа зауытты электрмен жабдықтайтын болсақ, осы модельге есептелетін зауыттың бастапқы берілулерін енгізе салу арқасында керекті күштік, жарықтандыру жүктемелерінің мәндерін ала салуға болады.

Жалпы зауыттағы электр жүктемелерін санау уақытында, демек өнеркәсіптік электрмен жабдықтауды оңтайландыру мәселелерін ағыту уақытында әлденешеу нұсқаны салғастыру тиіс болады. Өнеркәсіптік энергетикада сандаған санау нұсқаларының болуы техникалық-экономикалық есептеулерді керек етеді. Кездеме есептеулердің мақсаты схеманың қолайлы (ұтымды) нұсқасын, электр жүйесінің параметрлерін әм оның элементтерін аяндау боп табылады. Кезмал бөлімде кернеуі 6,3 кВ әрі 35 кВ қос тоқты трансформаторларды түбегейлі үлеу жанама станциясына құру мақсатында пайдалылық нұсқасы айқындалады. I нұсқаның тиімділігі электр жабдықтары нұсқаларының техникалық-экономикалық салыстырмалы кестелерінің нәтижелері бойынша ілгері болғандықтан, кезмал опция таңдалады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Радкевич В.Н. Проектирование систем электроснабжения. ПИОН, 2001.
- 2 Справочник по проектированию электроснабжения. Под ред. Ю.Г.Барыбина и др. М. Энергоатомиздат, 1989 г.
- 3 Правила устройства электроустановок. М. Энергоатомиздат, 1985 г.
- 4 Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. М. Высшая школа, 1986 г.

5 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - М.: Высшая школа, 1990.

6 Кудрин Б.Н. Электроснабжение промышленных предприятий - М.: Энергоатомиздат, 1985.

7 Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. М. Энергоатомиздат, 1987 г.

8 Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций .

9 Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. М. Высшая школа, 1986 г.

10 Правила устройства электроустановок. М. Энергоатомиздат, 1985 г.

11 Гительсон С. М. Экономические решения при проектировании электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергия, 1971.

12 Волобринский С. Д. Электрические нагрузки и балансы промышленных предприятий. М.: Энергия, 1976.

13 Гринберг Г. С., Делибаш Б. А. Цеховые электрические сети напряжением до 1000 В. М.: Энергия, 1977.

14 Жежеленко И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергия, 1974.

15 Ермилов А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий, М.: Энергия, 1976.