

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Қазақбаев Мәди Талғатұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жүйесі

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Алматы 2022

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, ассистент-профессор

_____ Е.А. Сарсенбаев

«___» _____ 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жүйесі»

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Орындаған:

Қазақбаев М.Т.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

т.ғ.д., қауымдастырылған профессор

т.ғ.д., ассистент профессор

_____ А.Т.Егзекова

_____ А.А. Жуматова

(қолы)

(қолы)

«___» _____ 2022 ж.

«___» _____ 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассистент-профессор

_____ Е.А. Сарсенбаев

« ____ » _____ 2022ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қазақбаев Мәди Талғатұлы

Тақырыбы «Өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жүйесі»

Университет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « » мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Өндірістік базаны электрмен жабдықтаудың технологиялық сұлбасы
қарастырылды, электрлік жүктемелерге есептеу, реактивтілік қуатқа
өтемақы, электрмен жабдықтау нұсқаларына техника- экономикалық
салыстырулар жүргізілді

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу

ә) Сыртқы электр жабдықтау нұсқаларын технико-экономикалық жағынан
салыстырып таңдау.Есептеу жолы

б) Жарықтандыру жүйесінің қуатын есептеу

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 12 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу		Жоқ
Сыртқы электр жабдықтау нұсқаларын технико-экономикалық жағынан салыстырып таңдау.Есептеу жолы		Жоқ
Жарықтандыру жүйесінің қуатын есептеу		Жоқ

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., ассистент профессор А.А. Жуматова		
Сыртқы электр жабдықтау нұсқаларын технико-экономикалық жағынан салыстырып таңдау.Есептеу жолы	т.ғ.д., ассистент профессор А.А. Жуматова		
Жарықтандыру жүйесінің қуатын есептеу	т.ғ.д., ассистент профессор А.А. Жуматова		
Норма бақылаушы	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор		

Ғылыми жетекші _____ А.А. Жуматова
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ М.Т.Қазақбаев
Күні « _____ » _____ 2022 ж.

АНДАТПА

Бұл диплом жұмысында өндірістік базаны электрмен жабдықтаудың технологиялық сұлбасы қарастырылды, электрлік жүктемелерге есептеу, реактивтілік қуатқа өтемақы, электрмен жабдықтау нұсқаларына техника-экономикалық салыстырулар жүргізілді.

Экономикалық бөлімде өндірістік базаның электрмен қамтамасыз ету құрылысына инвестициялардың экономикалық және қаржылық тиімділігі Есептелінген, ал өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде бетон цехындағы еңбек жағдайын талдау, өндірістік база үшін циклон есептеу, электр қондырғыларыннөлдеу және есептеу мәселелері қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе была рассмотрена технологическая схема электроснабжения промышленной базы, произведен расчет нагрузок, компенсации реактивной мощности, произведено технико-экономическое сравнение вариантов электроснабжения.

В экономическом разделе произведен расчет экономической и финансовой эффективности инвестиций на строительство электроснабжения промышленной базы, а в разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены вопросы анализа условий труда бетонного цеха, расчет циклона промышленной базы, зануления и расчет электрооборудования.

ANNOTATION

In this thesis, the technological scheme of power supply to the industrial base was considered, the load calculations, reactive power compensation were performed, the technical and economic comparison of the power supply options was made.

In the economic section, the calculation of the economic and financial efficiency of investments for the construction of power supply to the industrial base was made, and in the life safety section the questions of analysis of the working conditions of the concrete shop, the calculation of the cyclone of the industrial base, zeroing and calculation of electrical equipment were considered.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу	8
1.1 Зауыт туралы қысқаша мәліметтер	8
1.2 Фабриканың берілгендері	9
1.3 Фабриканың жарықтандыру және күштік жүтемелерін есептеу	9
1.4 Цех трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау	12
1.5 Қаскелең қаласында орналасқан кондитердік фабриканың электр жүктемесінің дәл есептелуі	13
2 Сыртқы электр жабдықтау нұсқаларын технико-экономикалық жағынан салыстырып таңдау.Есептеу жолы	16
2.1 I нұсқа	17
2.2 II нұсқа	21
2.3 Нұсқаларды экономикалық тиімділігіне салыстыру	25
2.4 U=6 кВ-ті жабдықтарды таңдау	26
2.5 Алыстатылған желілердегі кабельдерді таңдау	30
2.6 ТП-ғы жүктеме ажыратқышын таңдау	31
2.7 Тоқ трансформаторын таңдау	31
3 Арнайы бөлім	42
3.1 Жарықтандыру жүйесінің қуатын есептеу	42
3.2 Электротехникалық есептеу	52
Қорытынды	54
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	55
Қосымша	

КІРІСПЕ

Еліміздегі энергетика халық шаруашылығы мен әр түрлі саладағы электр энергиясын тұтынушыларды сенімді электрэнергиясымен қамтамасыз етуде. Қазақстанда өндірілген электрэнергияны тұтыну бойынша алғашқы орында өндіріс саласы және ол жалпы энергияның 70% құрайды.

Электр энергиясы халық шаруашылығының барлық саласында қолданылады, әсіресе электржетегінің әртүрлі механизмдері үшін, ал кейінгі жылдары әртүрлі электртехнологиялық құрылғылар үшін, оның ішінде электротермиялық және электрдәнекерлеу құрылғыларда, электролизде, материалды электрұшқындық және электрдыбыстық өндеуде, электрбояуда және т.б.

Энергожүйені жоспарлағанда қосымша күштік тұтынушыларды орнататындай жоспарланып, қуат коэффициенті жүйенің барлық жерінде жоғары деңгейде болып және де жүйеде электр энергия сапасын бақылайтын мүмкіндік болу керек. Электрлік энергия тұтынушыларының өз спецификалық ерекшеліктері болады, осыған байланысты электрмен жабдықтауға төмендегідей талаптар қойылады: қорек көзінің сенімділігі, электр энергиясының сапасы, жекелеген элементтерді сақтау және қорғау. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электр жабдықтау жүйесін жобалап жасау және қолдануда техника-экономикалық жағынан дұрыс кернеуді таңдау, электрлік жүктемені анықтау, қосалқы трансформаторлардың қуатын және санын, олардың сақтандырғыштарын, кернеуді реттеу тәсілдерін және реактивті қуатты қалпына келтіру жүйесін таңдау қажет.

Электр жүйесін жобалау мәселесі тиімді мәселелер класына жатады, дегенмен ол тиімді әдістермен тез шешіле алмайды, себебі мәселелердің үлкен қиындығымен, көпшарттылықпен, параметрлігінің көптігімен және тапсырманың динамикалық сипаттарымен, дискреттікпен, және шығу параметрлерінің толық анықталмауымен байланысты шарттасқан.

Осы жағдайларда электр жүйелерінің жобалауы электр жабдықтаудың дамуының рационалды нұсқаларының соңғы санын жасауға кеп түйіседі. Олар кәдімгі және апаттан соңғы тәртіптерде тұтынушыларды сенімді және сапалы электр қуатымен қамтамасыз етеді. Экономикалық шарттар бойынша барынша рационалды нұсқаларды таңдау жасалады. Сонымен қатар барлық нұсқалар алдын-ала электр жабдықтауының сенімділігі мен сапасын бір деңгейге келтіреді. Жүйені жобалауда экологиялық, әлеуметтік және басқа шарттар шектеу түрінде есепке алынады.

Энергетикалық бағдарламада электр энергияны үнемдеу саясатын қарастыру дамуда. Электр энергетикалық ресурсты үнемдеу үшін өндірістегі қондырғыларды электрлік үнемдеу құрылғыларымен ауыстыру қажет, ескірген қондырғыларды жаңалау, энергетикалық шығындардың барлық түрін мүмкіндігінше жойып, өндірістің құрылымын жақсарту, энергетикалық ресурстарды түрлендіру және қолдану.

1 Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу

1.1 Зауыт туралы қысқаша мәліметтер

Жылына жобалық қуаты 24560 тн. кондитерлік өнім шығарушы «Лион» фабрикасы 1995 жылдың желтоқсанында қолданысқа енгізілді. Негізгі өндірістік цех іске қосылған. Ол үшін біліктілігі жоғары мамандарды даярлап, олардың институтта, техникумда, ҚКТУ-де білім алуларын қамтамасыз етіп, сондай-ақ, Алматы, Қарағанды және Ақтөбе қалаларының кондитерлік фабрикаларына мамандықтары бойынша үш айдан алты ай мерзімге дейін тағылымдамадан өтуге жіберу қажет болатын. Ең бірінші қуаттылығы жылына 2260 тн. болатын салындысы бар карамельді өндіру бойынша I және II толассыз-механикалық желісі іске қосылды. Орамасы бар карамель – "Жеміс-жидек гүл шоғыры", "Студенттік", "Күн сәулесі". Орамасы жоқ - "Рион" және "Какао ұнтағындағы атақты". 2000 жылдың наурызында бисквит цехы іске қосылды. СЛ-1П желісі – қуаттылығы жылына 6000 тн. құрайтын күлшенің қант тәрізді түрін өндіру. А2–СЗЛ №2 желісі – қуаттылығы 2700 тн. құрайтын күлшелердің созылмалы түрін өндіру. 2005 жылдың шілдесінде какаоны жасап шығару жабдығы іске қосылып, жылтыратылған және жылтыратылмаған кәмпиттер, шоколад құрамасын өндіретін кәмпит пен шоколад цехы өз жұмысын бастады. 2007 жылы өнімдердің жаңа түрлерін шығару жөнінде кеңес өткізілді.

1995-2017 жж. – карамель, мармелад, вафли, драже және иристің жоғары сұрыптарын жасап шығару бойынша өндірістік қуатын меңгеру мерзімі. Үш ауысым режимінде жұмыс істеген кәсіпорын жылына 30 мың тн. Өнім шығарады.

1.2 Фабриканың берілгендері

Кондитерлің фабрика энергожүйенің кернеуі 35 кВ тең жоғары вольтты әуе желісінен қорек алады. Энергожүйенің әуе желісінен зауытқа дейінгі қашықтық - 1 км. Зауыт үш ауысыммен жұмыс істейді. Зауыттың бас жоспары 1.1 – суретте көрсетілген.

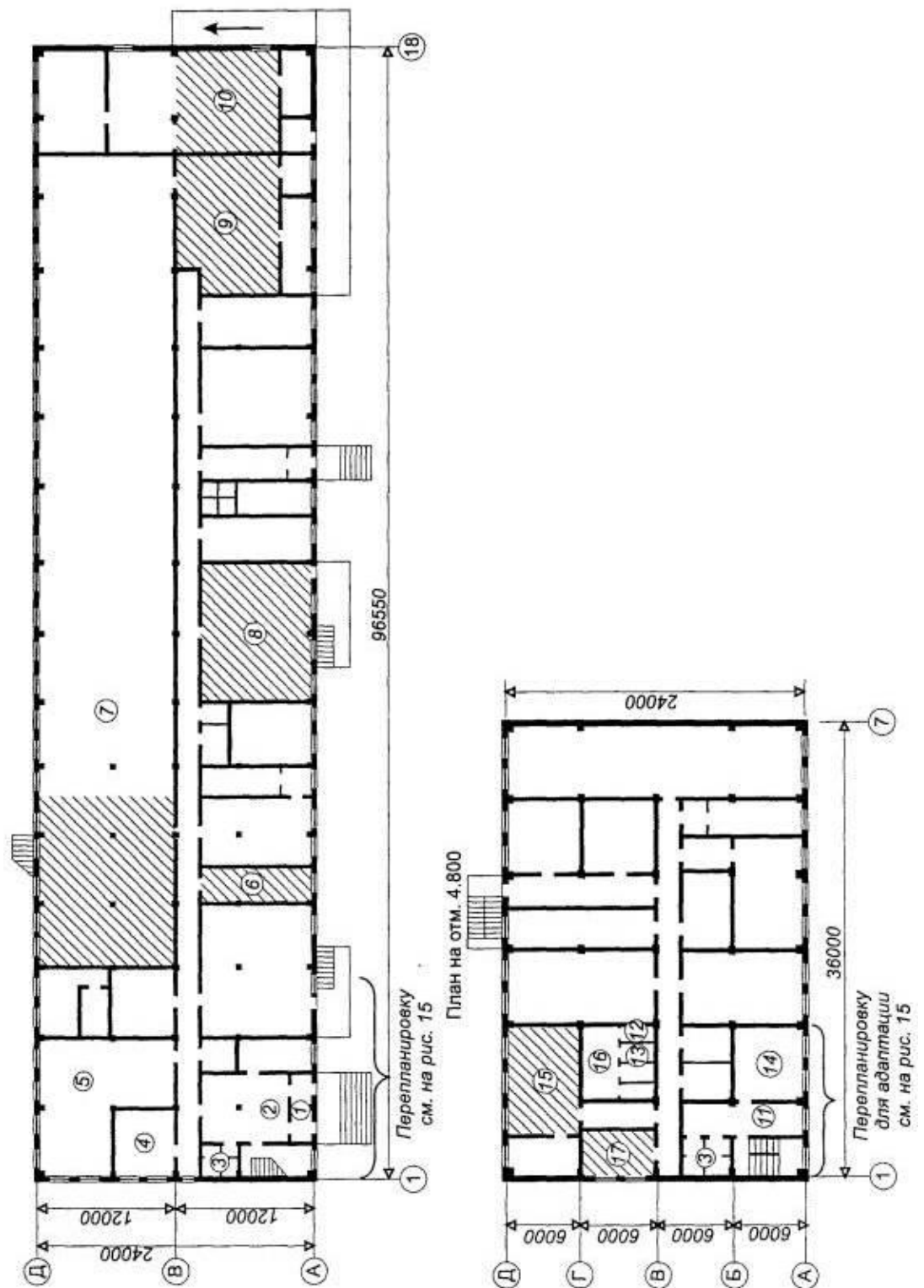
1.3 Фабриканың жарықтандыру және күштік жүтемелерін есептеу

Завод цехтары бойынша кернеуі 1кВ-қа дейінгі электр жүктемелерді есептеу жеңілдетілген әдіс – реттелген диаграммалар – бойынша жүргізіледі. Цехтар бойынша күштік және жарықтану жүктемелерді есептеудің нәтижелері Қосымша 1-де 1.2-кестеге және 1.3-кестеге “Кернеуі 0,4 кВ фабрика цехтары бойынша күштік жүктемелерді есептеу” келтірілген.

Фабриканың ГПП және цех ТП орналасу орынын анықтау мақсатымен жобалау кезінде электр жүктемелер картограммасын құрады.

Картограмма – заводтың жалпы планында орналасқан шеңберлер. Шеңберлердің аймағы таңдалған масштабта цехтардың есептелген жүктемелеріне сәйкес келеді.

Төменгі вольті жүктеме үшін картограмма цехтің жарықтандыру үлесін көрсету керек. Оны цехтің сәйкес келетін шеңбердің секторы түрінде көрсетуге болады.



1.1 – сурет – Бас жоспар

1.4 Цех трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау

Цех трансформаторларының саны мен қуатын технико-экономикалық есептеулер жолымен ғана мүмкін, келесі факторларды ескеріп: тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігінің категориясы; 1кВ-қа дейінгі реактивті жүктемені компенсациялауын; қалыпты (нормалы) және авариялы режимдерде трансформатордың аса жүктемелу қабілетін; стандартты қуаттар қадамы; жүктеме графигі бойынша трансформаторлардың тиімді жұмыс режимдерін.

Есептеулерді “Указания по компенсации реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий” (1984г.) сәйкес жүргіземіз.

Есептеулер үшін берілулер:

$$\begin{aligned} P_{p0,4} &= 2345,5 \text{ кВт}; \\ Q_{p0,4} &= 1473,2 \text{ квар}; \\ S_{p0,4} &= 2654,9 \text{ кВА}. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Кондитерлік фабрика 2 категориялы тұтынушыларға жатады, зауыт үш сменамен жұмыс істейді; сондықтан трансформатордың жүктелу коэффициенті $K_{зтр}=0,8$. Трансформатор қуатын $S_{нтр}=400$ кВА тең қабылдаймыз (1.3 – сурет).

Ең көп есептік активті жүктемені қамдау үшін қажетті қуаттары бірдей цех трансформаторлардың минималды саны:

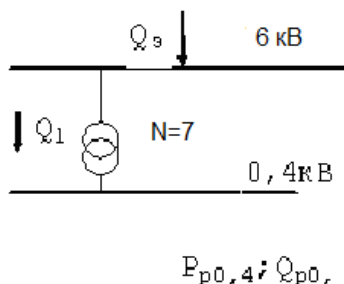
$$N_{\text{т min}} = \frac{P_{p0,4}}{K_{з} \times S_{нтр}} + \Delta N = \frac{2345,5}{0,8 \times 630} = 4,65 + 0,27 = 4,92 = 5 \text{ дана} \quad (1.2)$$

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.



1.3 - сурет - Реактивті қуат балансын құрауға арналған есептік сұлба

Трансформаторлардың таңдалған саны бойынша кернеуі 1 кВ-қа дейінгі желіге трансформаторлар арқылы берілетін ең көп реактивті қуатты анықтайды:

$$Q_1 = \sqrt{(N_{\text{тэ}} \times S_{\text{нт}} \times K_3)^2 - P_{\text{р 0,4}}^2} = \sqrt{(7 \times 630 \times 0.65)^2 - 2345,5^2} = 1647,86 \text{ квар. (1.3)}$$

0,4 кВ шиналарында реактивті қуаттар балансы шартынан $Q_{\text{нбк 1}}$ шамасын анықтаймыз:

$$Q_{\text{нбк 1}} + Q_1 = Q_{\text{р 0,4}};$$

$Q_{\text{нбк 1}} = Q_{\text{р 0,4}} - Q_1 = 1473,2 - 1647,86 = 0$ квар. Трансформаторлардың бұл тобы үшін төменгі кернеу конденсаторлар батареясының (НБК) қосымша $Q_{\text{нбк 2}}$ қуаты келесі формула бойынша анықталады:

Есептеулер нәтижесі бойынша қосымша 1-дегі 1.4-кесте “ТП бойынша цехтер жүктемелерін тарату” құрылады.

Цех ТП-рын екі және үш трансформаторлы деп қабылдаймыз. Цехтарды, олардың жүктемелерін ескеріп, территориялық бөлігі бойынша топтарға жинаймыз. ТП1-ТП3 ГПП шинасына қосылған. Заводтың жалпы планында ТП1-ТП3-ны (6/0,4 кВ) орналастырамыз. Заводта негізгі тұтынушылар болып жоғары вольтты синхронды қозғалтқыштар (СҚ) болып табылады. Олар (СҚ) ГПП-дан алыс орналасқан цехтарда орнатылған, сондықтан цехтарда тарату пунктерін (РП) қоямыз.

1.5 Қаскелең қаласында орналасқан кондитердік фабриканың электр жүктемесінің дәл есептелуі

1.5.1 ЦТП-дағы қуат шығындарын анықтау

ТМН-630-10/0,4 трансформаторын таңдаймыз (1 – кесте).

1 – кесте - Трансформатордың паспорттық берілулері

Трансформатор түрі	S_H , кВ·А	I_{XX} , %	U_{K3} , %	ΔP_{K3} , кВт	P_{XX} , кВт
ТМН-630-10 (0,4)	630	2	5,5	8,5	1,31

Жүктелу коэффициентінің мәнін кестеден аламыз.

T_{III} :

$$K_3 = 0.6;$$

$$N = 3;$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.50 \cdot 0.6^2) \cdot 3 = 13,11 \text{ кВт. (1.4)}$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.6^2) \cdot 3 \cdot 630 = 75,22 \text{ квар.}$$

ТП2:

$$K_3=0.66;$$

$$N=2;$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.50 \cdot 0.66^2) \cdot 2 = 10 \text{ кВт} \quad (1.5)$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.66^2) \cdot 2 \cdot 630 = 55,4 \text{ квар}.$$

ТП3:

$$K_3=0.6;$$

$$N=2;$$

$$\Delta P_m = (1.31 + 8.50 \cdot 0.6^2) \cdot 2 = 8,74 \text{ кВт}, \quad (1.6)$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.6^2) \cdot 2 \cdot 630 = 50,15 \text{ квар}.$$

Барлық трансформаторлардағы соммалы шығындар:

$$\Sigma P_{1-7} = 13,11 + 10 + 8,74 = 31,85 \text{ кВт} \quad (1.7)$$

$$\Sigma Q_{1-7} = 50,15 + 55,4 + 75,22 = 180,77 \text{ квар} \quad (1.8)$$

1.5.2 Синхронды қозғалтқыштардың ВН жағында реактивтік қуаттын компенсациялау үшін 1-шы цехтың СҚ пайдаланамыз.

$$P_{\text{н СД}} = 800 \text{ кВт}; \cos \varphi = 0,85; N_{\text{СД}} = 2; k_3 = \beta = 0.85.$$

СҚ үшін есептік қуатын анықтаймыз:

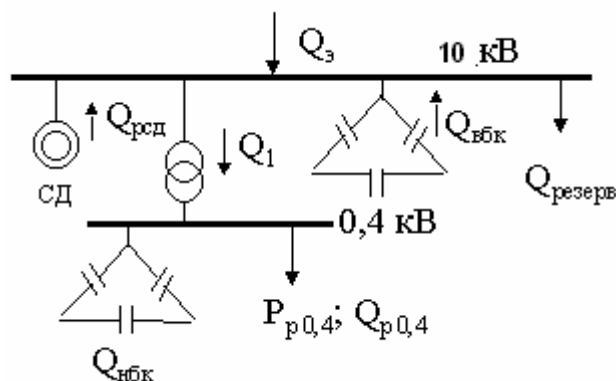
$$P_{\text{СД}} = P_{\text{н СД}} \times N_{\text{СД}} \times k_3 = 800 \times 2 \times 0.85 = 1360 \text{ кВт} \quad (1.9)$$

$$Q_{\text{р СД}} = P_{\text{р СД}} \times \tan \varphi = 1360 \times 0,67 = 911,2 \text{ квар}. \quad (1.10)$$

$$S_{\text{р СД}} = P_{\text{р СД}} / \cos \varphi = 1360 / 0,85 = 1600 \text{ кВА} \quad (1.11)$$

1.5.3 ГПП 6 кВ шинаяндағы реактивті қуаттың қарымталануын есептеу

Орынбасу сұлбасын құраймыз, 1.4 - суретте көрсетілген



1.4-сурет - 6 кВ шинадағы реактивті қуатты қарымталаудың орынбасу сұлбасы

Резервті қуаты.

$$Q_{рез} = 0.1 \times \Sigma Q_{расч} = 0.1 \times (Q_{р0,4} + \Delta Q_T) = 0.1 \times (1473 + 180,7) = 165,37 \text{ квар.} \quad (1.12)$$

Энергожүйеден берілетін қуаты:

$$Q_э = 0.25 \times \Sigma P_p = 0.25 \times (P_{р0,4} + \Delta P_T + P_{сд}) = 0.25 \times (2345,5 + 31,85 + 1360) = 943,3 \text{ квар} \quad (1.13)$$

Реактивті қуаттар балансы шарты бойынша ВБК қуатын анықтаймыз:

$$Q_{ВБК} = Q_{р0,4} + \Delta Q_T + Q_{рез} - Q_э - Q_{сд} \quad (1.14)$$

$$Q_{ВБК} = 1473 + 180,7 + 165,37 - 943,35 - 911,2 = -2829,48 \text{ квар.} \quad (1.15)$$

$Q_{ВБК} = 0$ квар болғандықтан, ВБК таңдамаймыз

Зауыт бойынша электр жүктемесінің нақты есебі қосымша 1-де 1.6-кестесінде келтірілген .

2 Сыртқы электр жабдықтау нұсқаларын технико-экономикалық жағынан салыстырып таңдау. Есептеу жолы

Өнеркәсіптік электржабдықтаудың оптимизациялау есептерін шешу кезінде бірнеше нұсқаларды салыстыру қажеттілігі туады. Өнеркәсіптік энергетика есептердің көп нұсқаларының бар болуы технико-экономикалық есептеулерді жүргізуді қажет етеді. Ол есептеулердің мақсаты – сұлбаның оптималды (тиімді) нұсқасын анықтау, электр жүйенің және оның элементтерінің параметрлерін анықтау.

Кондитердік фабрика қуаттары 4 МВА, кернеуі 35 кВ тең энергожүйе әуе желісінен қорек алады. Энергожүйенің қосалқы станциясынан заводқа дейінгі қашықтық - 1 км. Завод үш сменамен жұмыс істейді.

Электржабдықтау мәселелерінің оптималды шешімін табу жолдарының біріне бірнеше мүмкін болатын нұсқаларды салыстыру болып келеді. Дұрыс нұсқаны таңдау үшін технико-экономикалық жағын салыстыруға жүгінеді.

Салыстырылатын нұсқалар дәл үйлесімді және техникалық деңгейі дәрежесі, электржабдықтауды эксплуатациялау толассыздығының ыңғайлылығы бойынша тең болмайды. Олардың әрқайсысының өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

Әрбір салыстырылатын нұсқалардың міндетті шарты болып, осы объектіге жоғарғы бөлімдерде көрсетілген талаптарға, сонымен қатар ережелер мен (ЭҚЕ) басқа директивті нұсқауларға сай болуы керек.

Салыстырылатын нұсқаларды техник-экономикалық бағалау кезінде олардың құнының көрсеткіштері, яғни капиталды есептік жұмсаулар – К және есептік жылдық ұсталым – С, шешуші рөл атқарады.

Электржабдықтау элементтері есептеулерінің көбеймеуі үшін осы екі шама нұсқадағы өзгеретін бөліктеріне ғана есептеледі.

Жабдықтар мен аппараттар олардың номиналды параметрлері бойынша, есептік жүктеме мен қысқа тұйықталу токтарының шамаларынан аспайтын мәндер бойынша таңдалады.

Өткізгіштердің қима аудандары токтың экономикалық тығыздығы, қызуы және қысқа тұйықталу тогы ЭҚЕ-не сәйкес анықталады.

Әр жылдық өндірістің есептік ұсталымы С мыналардан шығады: C_w энергия шығындарының құнынан, C_a амортизациялық бөлулерден және C_p ағымдағы жөндеуге бөлінетін шығындардан. Демек С шамасы мынаған тең:

$$C = C_w + C_a + C_p.$$

Екі нұсқаны салыстыра келе олардың тиімдісін З есептік шығындардың минимумы бойынша таңдайды:

$$Z = C + P_n K,$$

мұндағы $P_n = 0,6$ – тиімділіктің нормативті коэффициенті.

Ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын қаражат кабельдік желілер мен темірбетонды тіреудегі әуелік желілер үшін құрылыс құнының 0,5%, ал қосалқы станция үшін 1,0% көлемінде болады.

Бұл жобада ГДҚ-ын электржабдықтаудың 2 нұсқасын салыстырамыз. І нұсқа бойынша электржабдықтау 4,8км қашықтықта орналасқан қуаты 10МВА, кернеуі 110/6,3кВ Ақшабұлақ бас төмендеткіш қосалқы станциясынан әуелік электр беріліс желісінен, ал ІІ нұсқа бойынша электржабдықтау дәл осы қосалқы станциядан қоректенетін жерге салынған күштік кабельдер арқылы жүзеге асады.

Амортизация нормаларын келесідей етіп қабылдаймыз (2.1-кесте):

2.1-кесте - Амортизация нормалары

Атауы	Амортизация нормасы, %-бен
6-35кВ әуелік электр беріліс желілері үшін	2,8
6-35кВ жерде салынған кабельдік желілер үшін	3
Күштік электртехникалық қондырғылар мен таратушы құрылғылар үшін	6,3

Технико-экономикалық салыстыруды жүргізу үшін электрменжабдықтаудың екі нұсқасын қарастырамыз::

І нұсқа –энергожүйенің кернеуі 35 кВ жағынан әуе электр беріліс желісін орнату.

ІІнұсқа – энергожүйенің кернеуі 35 кВ жағынан кабельэлектр беріліс желісін орнату.

2.1 Бірінші нұсқа

Бірінші нұсқа бойынша электржабдықтарды таңдаймыз.(2.1 – сурет)

1) ГПП трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_{\Sigma}^2} = \sqrt{3568,73^2 + 943^2} = 3859 \quad (2.1)$$

Қуаттылығы 2500 кВА-лі екі трансформатор таңдаймыз.

Жүктелу коэффициенті:

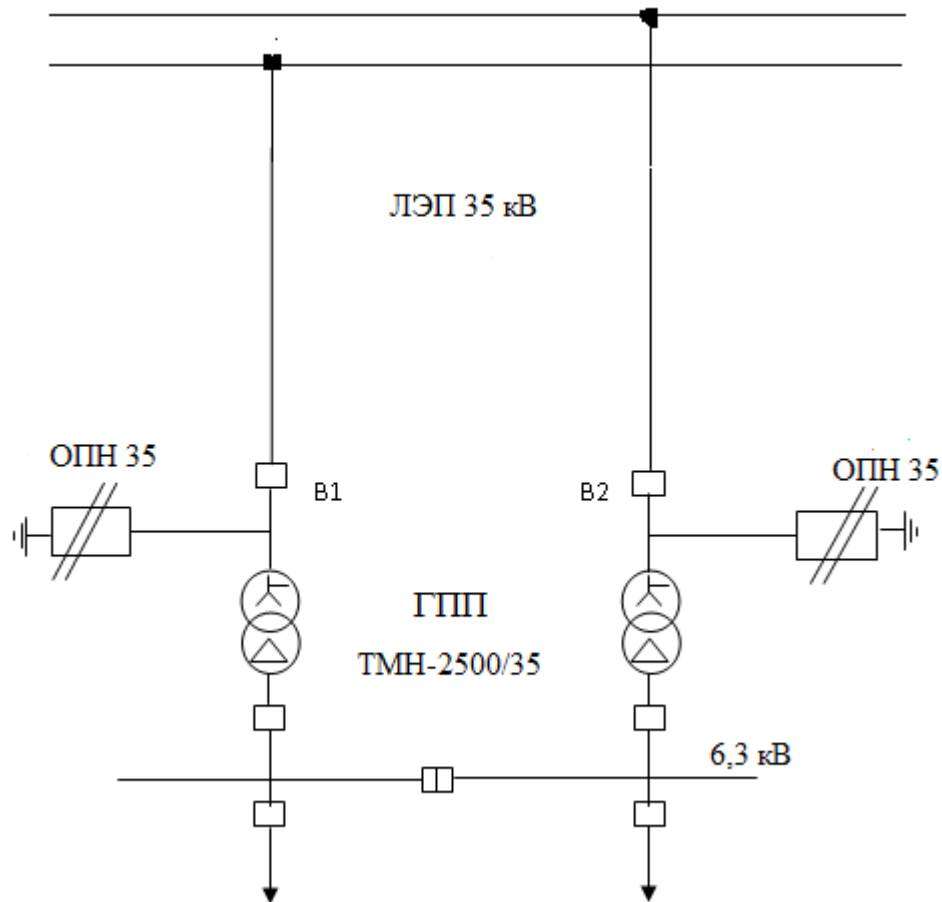
$$K_3 = \frac{S_p}{2 \cdot S_H} = \frac{3859}{2 \cdot 2500} = 0.75 \quad (2.2)$$

Трансформатордың паспорттық берілулері:

Трансформатор түрі ТМН –2500/35/6,3;

$S_H=2500$ кВА, $U_{BH}=35$ кВ, $U_{HH}=6,3$ кВ, $\Delta P_{xx}=4,1$ кВт, $\Delta P_{кз}=23,5$ кВт,

$U_{кз}=6,5\%$, $I_{xx}=1\%$.



2.1 - сурет - Электржабдықтау сұлбасының I нұсқасы

БТҚС орнатылған трансформатордың құны 6 млн. тг құрайды.

Трансформатордағы қуат шығыны:

Активті:

$$\Delta P_{\text{ГПП}} = 2 \cdot (\Delta P_{\text{ХХ}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2) = 2 \cdot (4,1 + 23,5 \cdot 0,75^2) = 34,6 \text{ кВт} \quad (2.3)$$

Реактивті:

$$\Delta Q_{\text{тгпн}} = 0,02 \cdot (I_{\text{ХХ}} + U_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2) \cdot S_{\text{н}};$$

$$\Delta Q_{\text{тгпн}} = 0,02 \cdot (1 + 6,5 \cdot 0,75^2) \cdot 2500 = 232,8 \text{ квар}, \quad (2.4)$$

Трансформатор энергиясының шығыны.

Үш сменмен жұмыс істеу режим кезінде: $T_{\text{вкл}}=6000\text{сағ}$; $T_{\text{макс}}=6000\text{сағ}$.

Онда максималды шығын уақыты:

$$\tau = (0,124 + T_{\text{м}} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 6000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 4592\text{с}. \quad (2.5)$$

Трансформатордың активті қуат шығыны:

$$\Delta W = 2 \times (\Delta P_{xx} \times T_{вкл} + \Delta P_{кз} \times \tau \times K_3^2)$$
$$\Delta W = 2 \times (4,1 \times 6000 + 23,5 \times 4592 \times 0,75^2) = 170601 \text{ кВтч} \quad (2.6)$$

Сонда трансформатордың бір жылдағы тұтынатын электр энергия шығынының құны 1330687 тг.

Трансформаторлық қосалқы станция үшін бөлінетін капиталдың мөлшері: $K = 6000000 \times 2 = 12000000$ тг.

Трансформатор энергия шығынының құны: $C_w = 1330687$ тг.

Трансформаторлық қосалқы станция амортизация шығынының құны: $C_a = 756000$ тг.

Трансформаторлық қосалқы станцияның ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығынының құны: $C_p = 120000$ тг.

ЛЭП (Электр өткізгіш желісі) – 35 кВ.

ЛЭП-нен өтетін, толық қуаты:

$$S_{лэн} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{тэн})^2 + Q_3^2} = \sqrt{((3568,73 + 34,6)^2 + 1468,56^2)} = 3891,1 \text{ кВА} \quad (2.7)$$

Бір желіден өтетін есептеу тоғы:

$$I_p = \frac{S_{лэн}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{3891,1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 32 \text{ А} \quad (2.8)$$

Авариялық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 32 = 64 \text{ А} \quad (2.9)$$

Экономикалық токтың тығыздығына байланысты сым қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{32}{1} = 32 \text{ мм}^2 \quad (2.10)$$

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

Мына сымды қабылдаймыз АС – 35/6,2 $I_{доп} = 175 \text{ А}$.

Өткізгіш сымның құны $1 \text{ км} = 100\,000 \times 3 = 300\,000$ тг

Берілген ток бойынша таңдалған сымды тексереміз.

Есеп айыратын ток бойынша: $I_{доп} = 175 \text{ А} > I_p = 32 \text{ А}$.

Авариялық режим бойынша: $I_{доп\ ав} = 1,3 \times I_{доп} = 1,3 \times 175 = 227,5 \text{ А} > I_{ав} = 64 \text{ А}$.

ЛЭП(Электр өткізгіш желісі)-де электроэнергия шығыны:

$$\Delta W_{лэн} = 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 32^2 \cdot 0,89 \cdot 10^{-3} \cdot 4592 = 251098 \text{ кВтч} \quad (2.11)$$

мұндағы $R=r_0 \times L=0,89 \times 1=0,89 \times 10^{-3}$ Ом,

$r_0=0,89$ Ом/км – болат алюминий сымының меншікті кедергісінің қимасы 35мм^2 , $l=1$ км – желі ұзындығы. Электрэнергияның $1\text{кВт}\cdot\text{сағ}$ үшін қосылған құн салығынсыз $7,8\text{тг}$ пара-пар деп қабылдаймыз. Сонда желідегі энергия шығынының құны – $195856,44\text{тг}$.

Әуе желісін ұстап тұрушы тіректердің және бекітуші арматуралар, оқшаулағыштар мен жалғағыштардың құны $5000\ 000$ тг.

Әуе желісі үшін бөлінетін капиталдың мөлшері: $K=300000 \times 2 + 5000000 \times 2 = 10600000$ тг.

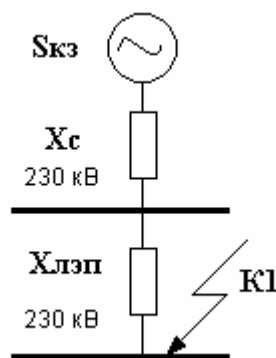
Әуе желісінің энергия шығының құны: $C_w=195856,44$ тг.

Әуе желісінің амортизация шығының құны: $C_a=296800$ тг.

Әуе желісінің ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығының құны: $C_p=53000$ тг.

$U=35$ кВ-қа ажыратқыш таңдаймыз.

Аспап таңдап алмас бұрын, орынбасу сұлбасын құраймыз (2.2 – сурет) және қысқа тұйықталу тоғын есептейміз:



2.2 - сурет - Алмастыру сұлбасы

$$S_6=1000 \text{ MVA}; U_6=35 \text{ кВ}. S_{к3}=600 \text{ MVA} \quad (2.12)$$

$$x_c = S_6 / S_{к3} = 1000 / 600 = 1,67 \text{ о.е.}, \quad (2.13)$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 35} = 16,5 \text{ кА}; \quad (2.14)$$

$$X_L = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 1 \cdot \frac{1000}{35^2} = 0,326 \text{ о.е.} \quad (2.15)$$

$$I_{к1} = \frac{I_6}{X_c} = \frac{16,5}{1,67} = 9,88 \text{ кА}; \quad i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,88 = 25 \text{ кА} \quad (2.16)$$

$$I_{к2} = \frac{I_6}{X_c + X_L} = \frac{16,5}{1,67 + 0,326} = 8,3 \text{ кА}; \quad i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,3 = 21 \text{ кА} \quad (2.17)$$

Электр жүйенің апаттық режиміндегі токтары бойынша P1 және P2 айығыштарын таңдаймыз.

Электр жүйенің апаттық режиміндегі токтары бойынша B1 және B2 айығыштарын таңдаймыз

B1 және B2 ажыратқыштарды таңдаймыз:

Ажыратқыш С-35М-630-10У1

$$I_{ном}=630A > I_{ав}=64A;$$

$$I_{откл}=10кA > I_{к1}=8,3кA;$$

$$I_{пред}=524кA > i_y=21кA;$$

$$I_{терм}=20кA > I_{к1}=8,3кA,$$

P1 және P2 айығыштарын таңдаймыз:

Айығыш РВ3-35/630У3

$$I_{ном}=630A > I_{ав}=64A;$$

$$I_{откл}=10кA > I_{к1}=9,88кA;$$

$$I_{пред}=524кA > i_y=25кA;$$

$$I_{терм}=20кA > I_{к1}=9,88кA,$$

С-35М-630-10У1 екі ажыратқышының құны 2,2 млн. тг.

$$K_{B1-2}=2 \times 1100\,000 = 2200\,000 \text{ тг}$$

РВ3-35/630У3 төрт айығышының құны 280 мың тг.

$$K_{P1-2}=2 \times 70000 = 280\,000 \text{ тг}$$

Коммутациялық аппараттар үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:
 $K = 70000 \times 4 + 1100000 \times 2480000 \text{ тг.}$

Коммутациялық аппараттар амортизация шығының құны: $C_a = 156240 \text{ тг.}$

Трансформаторлық қосалқы станцияның ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығының құны: $C_p = 24800 \text{ тг.}$

2.2 Екінші нұсқа

Екінші нұсқа бойынша электрқондырғы таңдаймыз (2.3 – сурет).

Кабель желісі (Электр өткізгіш желісі) –35 кВ.

ГПП трансформаторларын таңдаймыз:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_{\Sigma}^2} = \sqrt{3568,73^2 + 1468,56^2} = 3859 \quad (2.18)$$

Қуаттылығы 2500 кВА-лі екі трансформатор таңдаймыз.

Трансформатор түрі ТМН –2500/35/6,3;

$S_n = 2500 \text{ кВА}$, $U_{BH} = 35 \text{ кВ}$, $U_{HH} = 6,3 \text{ кВ}$, $\Delta P_{xx} = 4,1 \text{ кВт}$, $\Delta P_{кз} = 23,5 \text{ кВт}$,

$U_{кз} = 6,5\%$, $I_{xx} = 1\%$.

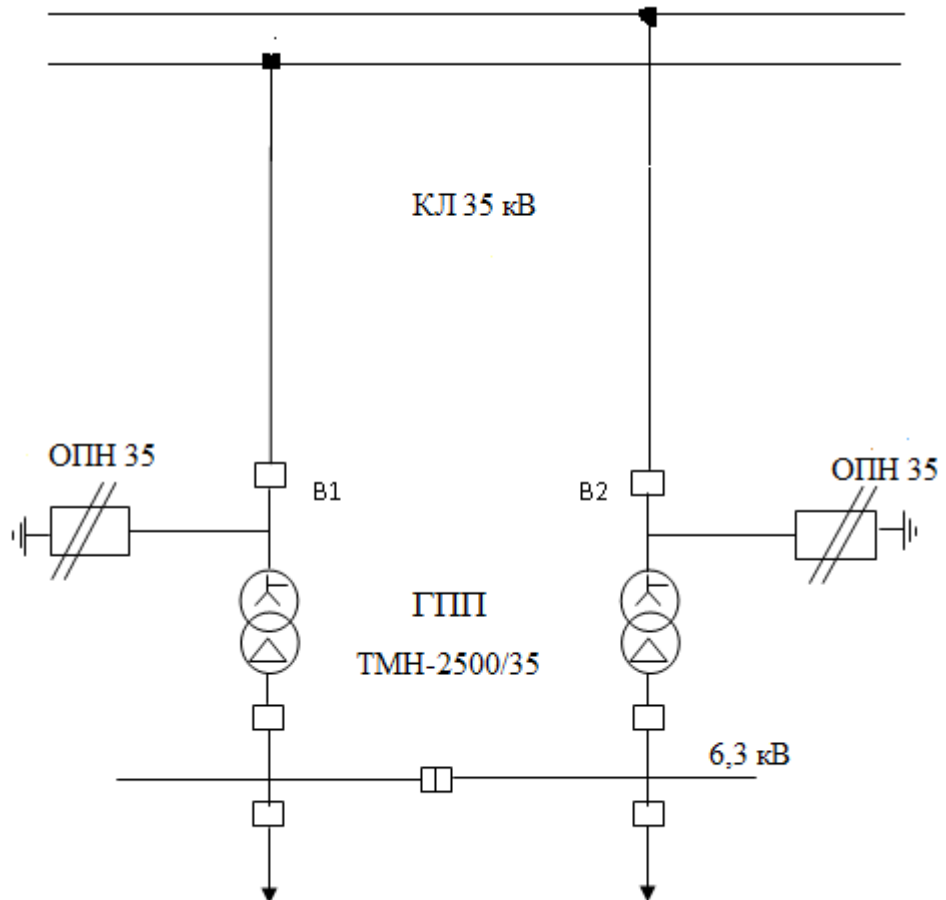
БТҚС орнатылған трансформатордың құны 6 млн. тг құрайды.

Трансформатордағы қуат шығыны:
активті:

$$\Delta P_{\text{ТПП}} = 2 \cdot (\Delta P_{\text{ХХ}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2) = 2 \cdot (4,1 + 23,5 \cdot 0,75^2) = 34,6 \text{ кВт} \quad (2.19)$$

реактивті:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{\text{тгпп}} &= 0,02 \cdot (I_{\text{ХХ}} + U_{\text{КЗ}} \cdot K_3^2) \cdot S_{\text{н}}; \\ \Delta Q_{\text{тгпп}} &= 0,02 \cdot (1 + 6,5 \cdot 0,75^2) \cdot 2500 = 232,8 \text{ квар.} \end{aligned} \quad (2.20)$$



2.3 – сурет - Екінші нұсқа электржабдықтау сұлбасы

Трансформатор энергиясының шығыны.

Үш сменмен жұмыс істеу режим кезінде: $T_{\text{вкл}}=6000\text{сағ}$; $T_{\text{макс}}=6000\text{сағ}$.

Онда максималды шығын уақыты:

$$\tau = (0,124 + T_{\text{м}} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 6000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 4592\text{с.} \quad (2.21)$$

Трансформатордың активті қуат шығыны:

$$\begin{aligned} \Delta W &= 2 \times (\Delta P_{\text{ХХ}} \times T_{\text{вкл}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \times \tau \times K_3^2) \\ \Delta W &= 2 \times (4,1 \times 6000 + 23,5 \times 4592 \times 0,75^2) = 170601 \text{ кВтч} \end{aligned} \quad (2.22)$$

Сонда трансформатордың бір жылдағы тұтынатын электр энергия шығынының құны 1330687 тг.

Трансформаторлық қосалқы станция үшін бөлінетін капиталдың мөлшері: $K=6000000 \cdot 2=12000000$ тг.

Трансформатор энергия шығынының құны: $C_w=1330687$ тг.

Трансформаторлық қосалқы станция амортизация шығынының құны: $C_a=756000$ тг.

Трансформаторлық қосалқы станцияның ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығынының құны: $C_p=120000$ тг.

2 Кабель желісі (Электр өткізгіш желісі) –35 кВ.

Кабель желісінен өтетін толық қуаты:

$$S_{каб} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{тгнн})^2 + Q_3^2} = \sqrt{((3568,73 + 34,6)^2 + 1468,56)^2} = 3891,1 \text{ кВА}. \quad (2.23)$$

Есептік ток:

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{3891,1}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 32 \text{ А}. \quad (2.24)$$

Авариялық режимдегі ток:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 32 = 64 \text{ А} \quad (2.25)$$

Тоқтың экономикалық тығыздығына байланысты сым қималарын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{32}{1,2} = 26,6 \text{ мм}^2; \quad (2.26)$$

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

Тоқөткізгішті қабылдаймыз: $3 \times \text{RM} - 50/16$ с $I_{\text{доп}}=219 \text{ А}$.

Қимасы 50 мм^2 кабель құны $1 \text{ км}=25\,000\,000$ тг

Кабель жүргізілетін траншеяны қазуға жұмсалатын қаражат құны $\text{км}=1000\,000$ тг.

Берілген токтарды таңдалған сымдармен тексереміз:

Есеп-айыру тоғында: $I_{\text{доп}}=219 \text{ А} > I_p=32 \text{ А}$:

Авариялық режимде: $I_{\text{доп ав}}=1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 219=285 \text{ А} > I_{\text{ав}}=64 \text{ А}$.

КЖ электроэнергия шығыны:

$$\Delta W_{\text{кВ}} = 2 \cdot 3 \cdot I_p^2 \cdot R \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 32^2 \cdot 0,387 \cdot 10^{-3} \cdot 4592 = 10920 \text{ кВтч} \quad (2.27)$$

мұндағы $R=r_0 \times L=0.387 \times 1=0.387$ Ом,

мұндағы $r_0=0.387$ Ом/км - мыс кабельдің меншікті кедергісі сымдарының қимасы 50 мм^2 , $l=1$ км – желі ұзындығы. Электрэнергияның 1кВт·сағ үшін қосылған құн салығынсыз 7,8тг пара-пар деп қабылдаймыз. Сонда желідегі энергия шығынының құны – 85176 тг.

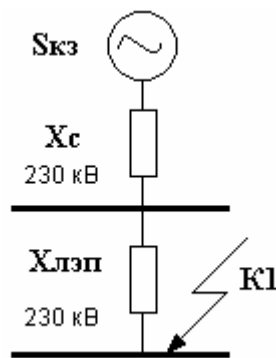
Кабель желісі үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:
 $K=25000000 \times 2 + 1100000 = 51\,100\,000$ тг.

Кабель желісінің энергия шығының құны: $C_w=85176$ тг.

Кабель желісінің амортизация шығының құны: $C_a=1533000$ тг.

$U=35$ кВ-қа ажыратқыш таңдаймыз.

Аспап таңдап алмас бұрын, орынбасу сұлбасын құраймыз (2.4 - сурет) және қысқа тұйықталу тоғын есептейміз:



2.4 - сурет - Алмастыру сұлбасы

$$S_6=1000 \text{ МВА}; U_6=35 \text{ кВ}. S_{к3}=600 \text{ МВА}$$

$$x_c = S_6 / S_{к3} = 1000 / 600 = 1,67 \text{ о.е.}, \quad (2.28)$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 35} = 16,5 \text{ кА}; \quad (2.29)$$

$$X_L = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 1 \cdot \frac{1000}{35^2} = 0,326 \text{ о.е.} \quad (2.30)$$

$$I_{к1} = \frac{I_6}{X_c} = \frac{16,5}{1,67} = 9,88 \text{ кА}; \quad i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9,88 = 25 \text{ кА} \quad (2.31)$$

$$I_{к2} = \frac{I_6}{X_c + X_L} = \frac{16,5}{1,67 + 0,326} = 8,3 \text{ кА}; \quad i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,3 = 21 \text{ кА} \quad (2.32)$$

Электр жүйенің апаттық режиміндегі токтары бойынша P1 және P2 айығыштарын таңдаймыз.

Электр жүйенің апаттық режиміндегі токтары бойынша B1 және B2 айығыштарын таңдаймыз

B1 және B2 ажыратқыштарды таңдаймыз:

Ажыратқыш С-35М-630-10У1

$$I_{ном}=630A > I_{ав}=64A;$$

$$I_{откл}=10кА > I_{к1}=8,3кА;$$

$$I_{пред}=524кА > i_y=21кА;$$

$$I_{терм}=20кА > I_{к1}=8,3кА,$$

Р1 және Р2 айырғыштарын таңдаймыз:

Айырғыш РВ3-35/630У3

$$I_{ном}=630A > I_{ав}=64A;$$

$$I_{откл}=10кА > I_{к1}=9,88кА;$$

$$I_{пред}=524кА > i_y=25кА;$$

$$I_{терм}=20кА > I_{к1}=9,88кА,$$

С-35М-630-10У1 екі ажыратқышының құны 2,2 млн. тг.

$$K_{B1-2}=2 \times 1100\,000 = 2200\,000 \text{ тг}$$

РВ3-20/630У3 төрт айырғышының құны 280 мың тг.

$$K_{P1-2}=2 \times 70000 = 280\,000 \text{ тг}$$

Коммутациялық аппараттар үшін бөлінетін капиталдың мөлшері:
 $K=70000 \times 4 + 1100000 \times 2480000 \text{ тг.}$

Коммутациялық аппараттар амортизация шығының құны: $C_a=156240 \text{ тг.}$

Трансформаторлық қосалқы станцияның ағымдағы жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығының құны: $C_p=24800 \text{ тг.}$

2.3 Нұсқаларды экономикалық тиімділігіне салыстыру

Нұсқаларда орнатылған жабдықтарға капитал жұмсау, амортизация мен ағымдағы жөндеу жұмыстарына бөлінетін қаражат, жалпы жұмсалымның көлемі мен техника-экономикалық нұсқаларды салыстыру 2.2-2.3-кестеде келтіріледі.

2.2 - кесте - Техничко-экономикалық салыстыру

І нұсқа	$C_w, \text{тг}$	$C_a, \text{тг}$	$C_p, \text{тг}$	$K, \text{тг}$	$З, \text{тг}$
БТҚС	1,33 млн	0,76 млн	0,12 млн	12 млн	
ЭБЖ	0,2 млн	0,3млн	0,053млн	10,6млн	
Коммутациялық аппараттар		0,16млн	0,025млн	2,5млн	
Барлығы	1,53 млн	1,22млн	0,198млн	25,1млн	18 млн

2.3 - кесте - Техника-экономикалық салыстыру

II нұсқа	$C_{w, \text{тг}}$	$C_{a, \text{тг}}$	$C_{p, \text{тг}}$	$K, \text{тг}$	$З, \text{тг}$
БТҚС	1,33 млн	0,76 млн	0,12 млн	12 млн	
Кабельдік ЭБЖ	0,085 млн	1,55млн		51,1млн	
Коммутациялық аппараттар		0,16млн	0,025млн	2,5млн	
Барлығы	1,415 млн	2,47 млн	0,145млн	65,6млн	43,4млн

Электржабдықтау нұсқаларын техника-экономикалық жағынан салыстыру кестелерінің нәтижесі бойынша I нұсқаның тиімділігі жоғарырақ болғандықтан, осы нұсқаны таңдаймыз.

2.4 Кернеуі $U=6$ кВ-ті жабдықтарды таңдау

2.4.1 ГПП шинасында қысқа тұйықталу тоғын есептеу

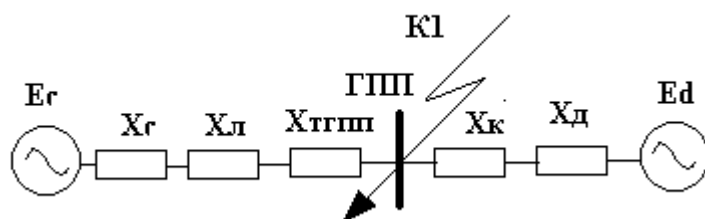
Орынбасу сұлбасының параметрлерін табамыз (2.5 – сурет).

$$S_6 = 1000 \text{ МВА}; U_6 = 6 \text{ кВ};$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6} = 96 \text{ кА}; \quad (2.33)$$

$$x_c = 1,67$$

$$X_T = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_n} = \frac{1000 \cdot 8}{100 \cdot 6} = 13,3 \text{ о.е.} \quad (2.34)$$



2.5-сурет - Орынбасу сұлбасы

$$X_{\text{л}} = X_0 \cdot L \cdot \frac{S_6}{U_{\text{cp}}^2} = 0,4 \cdot 1 \cdot \frac{1000}{6^2} = 11,1 \text{ о.е.} \quad (2.35)$$

Эл-дан ГПП-н шинаға дейінгі қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{\text{кc}} = \frac{I_6}{X_c + X_T} = \frac{96}{1,67 + 13,3} = 6,4 \text{ кА}$$

СҚ –ың кабель кедергісін табамыз.

7-шы цехтағы бір СҚ есептеу тоғы:

$S_{pCD} = 800 \text{ кВт}$; $N_{CD} = 2$.

$$I_p = \frac{S_p}{N_{CD} \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 6} = 77 \text{ А.} \quad (2.36)$$

$$F_{min} = \alpha \cdot I_k \cdot \sqrt{t_n} = 12 \cdot 6,4 \cdot \sqrt{0,8} = 68,7 \text{ мм}^2 \quad (2.37)$$

Кабель таңдаймыз: ААШВ-6-(3х70) с $I_{доп} = 190 \text{ А}$.

$X_{уд} = 0,08 \text{ Ом/км.}$ (2.38)

$$X_K = L \cdot X_{уд} \cdot \frac{S_6}{N \cdot U_{cp}^2} = 1,2 \cdot 0,08 \cdot \frac{1000}{6^2} = 2,66 \text{ о.е.} \quad (2.39)$$

СҚ параметрлері

$$X_d = X_d^{II} \cdot \frac{S_6}{S_H} = 0,2 \cdot \frac{1000}{0,800} = 250 \text{ о.е.} \quad (2.40)$$

ҚТ токтары:

$$I_{кд} = \frac{I_6 \cdot N}{X_K + X_d} = \frac{96 \cdot 2}{250 + 2,66} = 0,76 \text{ кА.}$$

$$I_K = I_{кс} + I_{кд} = 6,4 + 0,76 = 7,16 \text{ кА.} \quad (2.41)$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 7,16 = 18,17 \text{ кА.}$$

Ажыратқыш таңдаймыз:

$S_p = 3644,3 \text{ кВА}$

Есеп-айыру ток:

$$I_P = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{3644,3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 175,5 \text{ А} \quad (2.42)$$

Авариялық ток:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 175,5 = 351 \text{ А} \quad (2.43)$$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВЭ 6-40/1600УЗ.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз (2.4 – кесте)

2.4 – кесте - ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
$U_H=6$ кВ	$U=6$ кВ
$I_H=1600$ А	$I_{ав}=351$ А
$I_{откл}=40$ кА	$I_{кз}=7,16$ кА
$I_{терм}=40$ кА	$I_{кз}=7,16$ кА
$I_{дин}=128$ кА	$I_y=18,17$ кА

Секциялық ажыратқыш: енгізу және секциялық ажыратқыш арқылы, қуаттың жартысы өтеді. Демек, ажыратқыш арқылы өтетін есептік тоғы:

$$I_p=175 \text{ А.}$$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз ВЭ 6-40/1600У3.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз(2.5 – кесте)

2.5 – кесте - Ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
$U_H=6$ кВ	$U=6$ кВ
$I_H=1600$ А	$I_{ав}=175,5$ А
$I_{откл}=40$ кА	$I_{кз}=7,16$ кА
$I_{терм}=40$ кА	$I_{кз}=7,16$ кА
$I_{дин}=128$ кА	$I_y=18,17$ кА

Алыстатылған желілердегі ажыратқышты таңдау:

1) ГПП – ТП1 магистралі.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2} \quad (2.44)$$

$$S_p = \sqrt{(940 + 13,11)^2 + (596,1 + 75,22)^2} = 1165,8 \text{ кВА.} \quad (2.45)$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1165,8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 56,2 \text{ А.} \quad (2.46)$$

Авариялық ток: $I_{ав}=2 \times I_p=2 \times 56,2=113,2$ А

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВК-6-31,5/630У2.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз(2.6 – кесте)

2.6 – кесте - Ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
$U_H=6$ кВ	$U=6$ кВ
$I_H=630$ А	$I_p=56,2$ А
$I_{откл}=31,5$ кА	$I_{кз}=7,16$ кА
$I_{терм}=31,5$ кА	$I_{кз}=7,16$ кА
$I_{дин}=80$ кА	$I_y=18,17$ кА

2) ГПП – ТП2 магистралі.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2}; \quad (2.47)$$

$$S_p = \sqrt{(691,88 + 10)^2 + (472 + 55,4)^2} = 878 \text{ кВА}; \quad (2.48)$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{878}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 42,3 \text{ А}. \quad (2.49)$$

Авариялық ток: $I_a = 2 \times I_p = 2 \times 42,3 = 84,6 \text{ А}$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВК-6-31,5/630У2.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз(2.7 – кесте)

2.7 – кесте - Ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
$U_H=6$ кВ	$U=6$ кВ
$I_H=630$ А	$I_p=42,3$ А
$I_{откл}=31,5$ кА	$I_{кз}=7,16$ кА
$I_{терм}=31,5$ кА	$I_{кз}=7,16$ кА
$I_{дин}=80$ кА	$I_y=18,17$ кА

3) ГПП – ТП3 магистралі.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2}; \quad (2.50)$$

$$S_p = \sqrt{(586,6 + 8,74)^2 + (400 + 50,74)^2} = 746,7 \text{ кВА} \quad (2.51)$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{746,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6} = 35,97 \text{ А}. \quad (2.52)$$

Авариялы ток: $I_a = 2 \times I_p = 2 \times 35,97 = 71,24 \text{ А}$.

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВК-6-31,5/630У2

Таңдалған ажыратқышты тексереміз (2.8 – кесте).

2.8 - кесте - Ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
$U_H = 6 \text{ кВ}$	$U = 6 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_p = 35,97 \text{ А}$
$I_{откл} = 31,5 \text{ кА}$	$I_{кз} = 7,16 \text{ кА}$
$I_{терм} = 31,5 \text{ кА}$	$I_{кз} = 7,16 \text{ кА}$
$I_{дин} = 80 \text{ кА}$	$I_y = 18,17 \text{ кА}$

ГПП – СҚ 1-шы цехтың радиалі.

$$I_p = 77 \text{ А} .$$

Мына ажыратқышты таңдаймыз: ВЭ 6-40/1600У3.

Таңдалған ажыратқышты тексереміз (2.9 – кесте).

2.9 – кесте - Ажыратқыштардың параметрлері

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
$U_H = 6 \text{ кВ}$	$U = 6 \text{ кВ}$
$I_H = 1600 \text{ А}$	$I_{ав} = 77 \text{ А}$
$I_{откл} = 40 \text{ кА}$	$I_{кз} = 7,16 \text{ кА}$
$I_{терм} = 40 \text{ кА}$	$I_{кз} = 7,16 \text{ кА}$
$I_{дин} = 128 \text{ кА}$	$I_y = 18,17 \text{ кА}$

2.5 Алыстатылған желілердегі кабельдерді таңдау

Кабель таңдау шарттары:

мұнда $J = 1.2 \text{ А/мм}^2$ тоқтың экономикалық тығыздығы.

$$S_{терм} = 12 \cdot 7 \cdot \sqrt{0,8} = 75 \text{ мм}^2; \quad (2.53)$$

ГПП-СҚ 1-ші цехтағы

$$S_{эж} = \frac{77}{1.2} = 64,2 \text{ мм}^2; \quad (2.54)$$

ААШВ-6-(3х70) с $I_{доп} = 190 \text{ А}$

$I_{доп} = 190 \times 0,8 = 152 \text{ А} > I_p = 77 \text{ А}$.

ГПП – ТП1

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{56,2}{1,2} = 46,8 \text{ мм}^2; \quad (2.55)$$

ААШв-6-(3х50) кабелін қабылдаймыз $I_{\text{доп}}=140 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=140 \times 0,9=126 \text{ А} > I_p=56,2 \text{ А}$.

$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 126=163,8 \text{ А} > I_{\text{ав}}=113 \text{ А}$.

Мұнда $K_p=0,9$ – бір траншеяда салынған кабелдер санына байланысты түзету коэффициенті. $N=2$.

ГПП – ТП2:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{42,3}{1,2} = 35,25 \text{ мм}^2; \quad (2.56)$$

ААШв-6-(3х50) кабелін қабылдаймыз $I_{\text{доп}}=140 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=140 \times 0,9=126 \text{ А} > I_p=42,3 \text{ А}$.

$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 126=163,8 \text{ А} > I_{\text{ав}}=84,6 \text{ А}$.

мұнда $K_p=0,9$ – бір траншеяда салынған кабелдер санына байланысты түзету коэффициенті. $N=2$.

ГПП – ТП3:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{35,97}{1,2} = 29,9 \text{ мм}^2; \quad (2.57)$$

ААШв-6-(3х35) кабелін қабылдаймыз $I_{\text{доп}}=125 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=125 \times 0,9=112,5 \text{ А} > I_p=35,97 \text{ А}$.

$1,3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 112,5=146,25 \text{ А} > I_{\text{ав}}=71,24 \text{ А}$.

мұнда $K_p=0,9$ – бір траншеяда салынған кабелдер санына байланысты түзету коэффициенті, $N=2$.

Таңдау қорытындысын 2.10-кестеге енгізілген

2.10 – кесте - Кабель журналы

Участка атауы	p, kBA	N	п	Жүктеме		Токтың экон-тығы б/ша, мм^2		КТ тогы б/ш, мм^2		Таңдалған кабель	$I_{\text{доп}}, \text{А}$
				$I_p, \text{А}$	$I_{\text{ав}}, \text{А}$	$j_{\text{э}}$	$F_{\text{э}}, \text{мм}^2$	I_k, kA	$S, \text{мм}^2$		
ГПП-СҚ	800	4	0,8	77	-	1,2	64,2	7,16	75	ААШв-6-(3х70)	190
ГПП-ТП1	165	2	0,9	56,2	13	1,2	46,8	7,16	75	ААШв-6-(3х50)	140
ГПП-ТП2	878	2	0,9	42,3	94,3	1,2	35,25	7,16	75	ААШв-6-(3х50)	140
ГПП-ТП3	746	2	0,9	35,9	71,24	1,2	29,2	7,16	75	ААШв-6-(3х35)	125

2.6 ТП-ғы жүктеме ажыратқышын таңдау

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 6} = 96 \text{ А.} \quad (2.58)$$

ВНП-17 с ПК-10/400 таңдаймыз.

ТП-ға автоматтық ажыратқышты таңдау

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 1519,4 \text{ А} \quad (2.59)$$

ВА53-43 $I_{доп}=2500 \text{ А}$ таңдаймыз.

2.7 Тоқ трансформаторын таңдау

Келесі шартпен тоқ трансформаторы таңдалады:

- 1) құрылғының кернеуі бойынша: $U_{ном \text{ ТТ}} \geq U_{ном \text{ уст-ки}}$;
- 2) тоқ бойынша: $I_{ном \text{ ТТ}} \geq I_{расч}$;
- 3) электродинамикалық беріктілік бойынша:
- 4) екіншілік жүктеме бойынша: $S_{н2} \geq S_{нагр \text{ расч}}$;
- 5) термиялық беріктілік бойынша: $I_T^2 t_T > B_k$;
- 6) конструкциялық және дәлдік класы бойынша.

1. Кірістегі және секциялық ажыратқыштардағы тоқ трансформаторын таңдау (2.11 – кесте).

2.11 – кесте - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	САЗ-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
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Тоқ тансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз (2.12 – кесте).

Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактідің өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2\text{н}} = \frac{S_{2\text{н.т.т.}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}. \quad (2.60)$$

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

I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{\text{доп.пр}} = r_{2\text{н}} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}. \quad (2.61)$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2; \quad (2.62)$$

АКР ТВ; $F=1,5 \text{ мм}^2$ сымын қабылдаймыз (2.5 – кесте)

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом}; \quad (2.63)$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом} \quad (2.64)$$

$$Вк = I_{\text{кз}}^2 \times (t_{\text{отк}} + t_{\text{а}}) = 13,86^2 \times (0,095 + 0,04) = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}. \quad (2.65)$$

2.12 – кесте - ТПЛК-10 УЗ Тоқ трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_{\text{н}}=10 \text{ кВ}$	$U_{\text{н}}=15 \text{ кВ}$
$I_{\text{ав}}=2864,4 \text{ А}$	$I_{\text{н}}=6000 \text{ А}$
$Вк=25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_{\text{т}}^2 t_{\text{т}}=1200 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{\text{уд}}=35,29 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}}=81 \text{ кА}$
$Z_{2\text{р}}=0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2\text{н}}=0,8 \text{ Ом}$

ГПП-ТП1 желісіндегі тоқ трансформаторы (2.13 – кесте).

2.13 – кесте - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	A, BA	B,BA	C, BA
A	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	CP4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Тоқ трансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз.(2.14 - кесте)
Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен,жалғайтын
сымдардың және контактідің өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2=R_{\text{приб}}+R_{\text{пров}}+R_{\text{к-тов}}$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2н} = \frac{S_{2н \text{ тт}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0.8 \text{ Ом}. \quad (2.66)$$

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

I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2н} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0.8 - 0.26 - 0,1 = 0.44 \text{ Ом}. \quad (2.67)$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2; \quad (2.68)$$

АКР ТВ; $F=1,5 \text{ мм}^2$ сымын қабылдаймыз(2.14 – кесте)

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом}; \quad (2.69)$$

$$R_2=R_{\text{приб}}+R_{\text{пров}}+R_{\text{к-тов}}=0,26+0,093+0,1=0.45 \text{ Ом} \quad (2.70)$$

$$B_k=I_k z^2 \times (t_{\text{отк}}+T_a)=13,86^2 \times (0.095+0.04)=25,93 \text{ кА}^2\text{с}. \quad (2.71)$$

2.14 - кесте - ТЛМ-10-У3 Тоқ трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_H=10 \text{ кВ}$	$U_H=10 \text{ кВ}$
$I_{ав}=256,97 \text{ А}$	$I_H=300 \text{ А}$
$B_K=25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T=1015,7 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{уд}=35,29 \text{ кА}$	$I_{дин}=100 \text{ кА}$
$Z_{2P}=0.45 \text{ Ом}$	$Z_{2H}=0.6 \text{ Ом}$

ГПП-ТП2 желісіндегі тоқ трансформаторы(2.15 – кесте)

2.15 – кесте - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	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
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактінің өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2H} = \frac{S_{2H \text{ тг}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}. \quad (2.72)$$

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

I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

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

АКР ТВ; $F=1,5 \text{ мм}^2$ сымын қабылдаймыз(2.16 – кесте).

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом}; \quad (2.73)$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0.45 \text{ Ом} \quad (2.74)$$

$$B_k = I_k^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a) = 13,86^2 \times (0.095 + 0.04) = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}. \quad (2.75)$$

2.16 – кесте - ТЛМ-10 УЗ Тоқ трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_{\text{ав}} = 260,35 \text{ А}$	$I_H = 300 \text{ А}$
$B_k = 25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1015,7 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{\text{уд}} = 35,29 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}} = 100 \text{ кА}$
$Z_{2P} = 0.45 \text{ Ом}$	$Z_{2H} = 0.6 \text{ Ом}$

ГПП-ТПЗ желісіндегі тоқ трансформаторы(2.17 -кесте).

2.17 – кесте - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, 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
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Тоқ тансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз (2.18 - кесте)
Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактідің өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2H} = \frac{S_{2H \text{ TT}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0.8 \text{ Ом}. \quad (2.76)$$

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

I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{\text{доп}} = r_{2H} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом.} \quad (2.77)$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2; \quad (2.78)$$

АКР ТВ; $F=1,5 \text{ мм}^2$ сымын қабылдаймыз(2.19 -кесте).

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом}; \quad (2.79)$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом} \quad (2.80)$$

$$B_k = I_{k3}^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a) = 13,86^2 \times (0,095 + 0,04) = 25,93 \text{ кА}^2\text{с.} \quad (2.81)$$

2.18 – кесте - ТЛМ-10 УЗ Тоқ трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_H=10 \text{ кВ}$	$U_H=10 \text{ кВ}$
$I_{ав}=266,64 \text{ А}$	$I_H=300 \text{ А}$
$B_k=25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T = 1015,7 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{уд}=35,29 \text{ кА}$	$I_{дин} = 100 \text{ кА}$
$Z_{2P}=0,45 \text{ Ом}$	$Z_{2H}=0,6 \text{ Ом}$

ГПП-СД желісіндегі тоқ трансформаторы(2.19 – кесте).

2.19 – кесте - Аспаптардың тізімі

Аспап	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	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
Жинағы		6,5	5,5	6,5

Тоқ тансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз.

Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактідің өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2\text{н}} = \frac{S_{2\text{н}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}. \quad (2.82)$$

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

АКР ТВ; $F=1,5\text{мм}^2$ сымын қабылдаймыз(2.20 – кесте).

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом}; \quad (2.85)$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,45 \text{ Ом} \quad (2.86)$$

$$B_k = I_k^2 \times (t_{\text{отк}} + T_a) = 13,86^2 \times (0,095 + 0,04) = 25,93 \text{ кА}^2 \quad (2.87)$$

2.20 – кесте - ТЛМ-10 УЗ Ток трансформаторы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_H=10 \text{ кВ}$	$U_H=10 \text{ кВ}$
$I_{\text{ав}}=57,28 \text{ А}$	$I_H=300\text{А}$
$B_k=25,93 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_T^2 t_T= 1015,7\text{кА}^2\text{с}$
$i_{\text{уд}}=35,29 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}}= 100 \text{ кА}$
$Z_{2P}=0.45\text{Ом}$	$Z_{2H}=0.6 \text{ Ом}$

$$I_{\text{доп.пр}} \geq \frac{I_{\text{дл}}}{K_{\text{нопр}}},$$

$$I_{\text{доп.пр}} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{\text{нопр}}}.$$

Электрлік қабылдағыштарды (ЭҚ) ШРА-мен қосатын кабельдер маркалары қосымша 1-дегі кестелерде көрсетілген.

ПВ-25% кранды РП (ТП) қосатын кабель маркасы 2.42-кестеде көрсетілген.

Шиналық өткізгіштерді таңдау

ШРА-1:

а) $I_{р.шра1}=101,6 \text{ A}$; $P_{ном11}=18 \text{ кВт}$; $I_{н.шра1}=250 \text{ A}$; $I_{ном11}=37 \text{ A}$; $I_{пуск11}=148 \text{ A}$;

ШМА-73-250 маркалы шиналық өткізгішті таңдаймыз.

$$I_{кр.шра1}=I_{пуск.мах}+\sum_{i=1}^n I_{р.шра1}-I_{ном11}=148+101,6-37=212,6 \text{ A}; \quad (2.88)$$

$$б) I_{ном.авт} \geq I_{р.шра1}; \quad 250 \text{ A} > 101,6 \text{ A};$$

$$I_{ном.эвр} \geq I_{р.шра1}; \quad 250 \text{ A} > 101,6 \text{ A};$$

$$I_{ср.эвр} \geq I_{пуск} \cdot 1,25; \quad 1750 \text{ A} > 185 \text{ A}.$$

SchE C 120 N с 3п, 125А ажыратқышын таңдаймыз.

в) ААШВ-1-(3х150)+(1х120) маркалы кабель таңдаймыз.

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_{дл}}{K_{нопр}};$$

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}};$$

$$345 \text{ A} > 101,6/0,85=119,5 \text{ A};$$

$$345 \text{ A} > 1 \times 250/0,85= 294,1 \text{ A}.$$

ШРА-2:

а) $I_{р.шра2}=40,2 \text{ A}$; $P_{ном9}=13 \text{ кВт}$; $I_{н.шра2}=250 \text{ A}$; $I_{ном9}=28,9 \text{ A}$; $I_{пуск1}=115,6 \text{ A}$.

ШМА-73-250 маркалы шиналық өткізгішті таңдаймыз.

$$I_{кр.шра2}=I_{пуск.мах}+\sum_{i=1}^n I_{р.шра2}-I_{ном1}=115,6+40,2-28,9=126,9 \text{ A};$$

$$б) I_{ном.авт} \geq I_{р.шра2}; \quad 250 \text{ A} > 40,2 \text{ A};$$

$$I_{ном.эвр} \geq I_{р.шра2}; \quad 250 \text{ A} > 40,2 \text{ A};$$

$$I_{ср.эвр} \geq I_{пуск} \cdot 1,25; \quad 1750 \text{ A} > 114,5 \text{ A}.$$

Legrand LR3, 50 А ажыратқышын таңдаймыз.

в) ААШВ-1-(3х150)+(1х120) маркалы кабель таңдаймыз.

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_{дл}}{K_{нопр}};$$

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}$$

$$345 \text{ A} > 40.2/0.85 = 47,3 \text{ A};$$

$$345 \text{ A} > 1 \times 250/0.85 = 294,1 \text{ A}.$$

ШРА-3:

а) $I_{р.шра3} = 53 \text{ A}$; $P_{ном12} = 11,5 \text{ кВт}$; $I_{н.шра3} = 250 \text{ A}$; $I_{ном12} = 25,6 \text{ A}$; $I_{пуск12} = 153,6 \text{ A}$.
ШМА-73-250 маркалы шиалық өткізгішті таңдаймыз.

$$I_{кр.шра3} = I_{пуск.мах} + \sum_{i=1}^{n=1} I_{р.шра3} - I_{ном12} = 153,6 + 53 - 25,6 = 181 \text{ A};$$

$$б) I_{ном.авт} \geq I_{р.шра3}; \quad 250 \text{ A} > 53 \text{ A};$$

$$I_{ном.эмп} \geq I_{р.шра3}; \quad 250 \text{ A} > 53 \text{ A};$$

$$I_{ср.эмп} \geq I_{пуск} \cdot 1,25; \quad 1750 \text{ A} > 192 \text{ A}.$$

Legrand LR3, 63 A ажыратқышын таңдаймыз.

в) ААШв-1-(3x150)+(1x120) маркалы кабель таңдаймыз.

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_{дл}}{K_{нопр}}$$

$$I_{доп.каб} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{нопр}}$$

$$345 \text{ A} > 53/0.85 = 62,4 \text{ A};$$

$$345 \text{ A} > 1 \times 250/0.85 = 294,1 \text{ A}.$$

ШРА-4:

а) $I_{р.шра4} = 116,5 \text{ A}$; $P_{ном23} = 20 \text{ кВт}$; $I_{ншра4} = 250 \text{ A}$; $I_{ном23} = 36,1 \text{ A}$; $I_{пуск23} = 108,3 \text{ A}$.
ШМА-73-250 маркалы шиалық өткізгішті таңдаймыз.

$$I_{кр.шра4} = I_{пуск.мах} + \sum_{i=1}^{n=1} I_{р.шра4} - I_{ном23} = 108,3 + 116,5 - 36,1 = 188,7 \text{ A};$$

$$б) I_{ном.авт} \geq I_{р.шра4}; \quad 250 \text{ A} > 116,5 \text{ A};$$

$$I_{ном.эмп} \geq I_{р.шра4}; \quad 250 \text{ A} > 116,5 \text{ A};$$

$$I_{ср.эмп} \geq I_{пуск} \cdot 1,25; \quad 1750 \text{ A} > 135,4 \text{ A}.$$

SchE C 120 N с 3п, 125A ажыратқышын таңдаймыз.

в) ААШВ-1-(3х150)+(1х120) маркалы кабель таңдаймыз.

$$I_{\text{доп.каб}} \geq \frac{I_{\text{дл}}}{K_{\text{нопр}}};$$

$$I_{\text{доп.каб}} \geq \frac{I_3 \cdot K_3}{K_{\text{нопр}}};$$

$$345 \text{ A} > 116,5/0.85 = 137 \text{ A};$$

$$345 \text{ A} > 1 \times 250/0.85 = 294,1 \text{ A}.$$

Жөндеу-механикалық цех бойынша автоматтарды таңдау:

$$\text{QF2: } I_{\text{ec}} = \frac{S_{\text{ec}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{H}}} = \frac{221.3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.4} = 159.9 \text{ A}, \quad (2.89)$$

Н 160 XS Hager, $I_{\text{H}}=160 \text{ A}$ ажыратқышын таңдаймыз.

$$\text{QF1: } I_{\text{ав}} = \frac{S_{\text{ec}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{H}}} = \frac{221.3}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 319.8 \text{ A}, \quad (2.90)$$

Н 400 XS Hager, $I_{\text{H}}=320 \text{ A}$ ажыратқышын таңдаймыз.

Реактивті қуатты компенсациялайтын УК4-0,38-100У3 конденсатор батареясына автомат таңдау:

$$I_{\text{к.б.}} = \frac{Q_{\text{нбк.тп}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{H}}} = \frac{103}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 148.8 \text{ A}, \quad (2.91)$$

Н 160 XS Hager, $I_{\text{H}}=160 \text{ A}$ ажыратқышын таңдаймыз.

Жөндеу-механикалық цехының жобасы 2.6-суретте, цехқа кабель және қорғаныс аппараттарын таңдау Ә қосымшасында және қаңқалық сұлба Б қосымшасында көрсетілген.

3 Арнайы бөлім

3.1 Жарықтандыру жүйесінің қуатын есептеу

1) Жөндеу-механикалық цех:

$h_c = 1\text{ м}$ – шамның биіктігі

$H = 9\text{ м}$ – бөлме биіктігі;

H_p – шамнан қабатқа дейінгі биіктік:

$H_p = H - h_c = 9 - 1 = 8\text{ м}$

Бөлменің өлшемдері: $42 \times 18 \times 8$, $S = 756\text{ кв.м}$

а) Кәдеге жарату коэффициенті - жалпы жарықтандырудың астында көлденең бетті жарықтандыру үшін қажетті шамдардың жарық ағындарын анықтауға мүмкіндік береді:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\min} \times K_z \times S \times Z}{N \times \eta};$$

мұндағы $\Phi_{\text{расч}}$ – шамдардың әрқайсысында жарық сәулесінің ағыны, Лм;

$E_{\min}$ – минималды жарықтандыру, лк;

K_z – жүктелу коэффициенті;

S – Бөлменің өлшемдері, м;

N – шамдардың саны;

η – жарық ағынын пайдалану коэффициенті;

$Z = 1,1 \div 1,2$ – орташа жарықтылықтың минимумға қатынасы.

Анықтау η - Пайдалану индексі бөлме индексін есептеуі керек:

$$i = \frac{A \times B}{H_p(A \times B)} = \frac{756}{8 \times (42 + 18)} = 1,5; \quad (3.1)$$

мұндағы A – бөлменің ұзындығы; B – бөлменің ені.

Кестеге сай $\eta = 46\%$, $\rho_n = 50\%$; $\rho_c = 30\%$; $\rho_p = 10\%$, ρ_n - коэффициент,

ρ_c - қабырғалық көрініс коэффициенті,

ρ_p – еденнің көрініс коэффициенті.

Есептелген жарықтық ағынды анықтаңыз:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\min} \times K_z \times S \times Z}{N \times \eta} = \frac{300 \times 1,5 \times 756 \times 1,1}{41 \times 0,46} = 18000\text{ Лм}. \quad (3.2)$$

Анықтама арқылы анықтаймыз ДРЛ-400, $\Phi_{\text{л}} = 19000\text{ Лм}$, $P_{\text{л}} = 400\text{ Вт}$.

Нормадаң тыс:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi}{\Phi_{\text{расч}}} \times 100\% = \frac{19841 - 19000}{19841} \times 100\% = 4,2\%; \quad (3.3)$$

Нормада тұрған мәні (жіберіледі–10% до + 20%)

$$P_{\text{уд}} = \frac{P \times N}{S} = \frac{400 \times 41}{756} = 21,6 \text{ Вт/м}^2 \quad (3.4)$$

б) Құрылымдық қуатын арнайы қуат әдісімен тексеру.

$N = 41$ дана, $P_{\text{уд}} = 6,8 \text{ Вт/м}^2$ егер $E = 100 \text{ лк}$, $K_3 = 1,5$.

Санаймыз $E = 300 \text{ лк}$, $K_3 = 1,5$.

$$P_{\text{уд}} = \frac{6,8 \times 3 \times 1,5}{1,5} = 20,4 \text{ Вт/м}^2; \quad (3.4)$$

$$P = \frac{P_{\text{уд}} \times S}{N} = \frac{20,4 \times 756}{41} = 376 \text{ Вт}; \quad (3.5)$$

Лампалар қабылдаймыз ДРЛ-400, $P_{\text{л}} = 400 \text{ Вт}$.

в) Пункттік тестілеу - жарық пен жарық шамдарын кез-келген жерде орналастыру үшін қажетті жарықтандыру шамдарын анықтауға мүмкіндік береді.

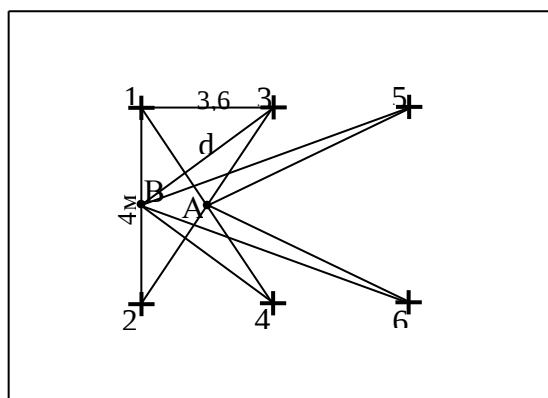
$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{1000 \times E_{\text{min}} \times K_3}{\mu \times \Sigma e};$$

мұндағы $\Phi_{\text{расч}}$ – шам шамының ағынының дизайны шамасы, лм;

E_{min} – минималды жарықтандыру, лк;

K_3 – жүктелу коэффициенті;

Σe – ең нашар нүкте үшін жалпы жарықтандыру (3.1 – сурет).



3.1 - сурет - Балдардағы жарықтылықты анықтау

Жарықтандырылған нүктеден шамға дейін және есептелген биіктіктен d аралығынан бастап, жалпы шартты жарықтандыруды анықтаймыз Σe (3.1 – кесте).

3.1 - кесте - нүктелердегі жарықтандыруды есептеу

Нүкте	Шам №	Аралық d, м	Шартты жарықтандыру	
			Бір шамнан, лк	Барлық шамнан Σe , лк
А	1,2,3,4	2,6	4,5	18
	5,6	5,7	2,5	5
				$\Sigma e=23$
В	1,2	2	5	10
	3,4	4,1	3	6
	5,6	7,4	1,3	2,6
				$\Sigma e=18,6$

Жарықтандыру жағдайында ең нашар нүкте - В нүктесі.
Жарықтандыру арқылы қажетті ағын анықтаймыз:

$$\Phi = \frac{1000 \times 300 \times 1,5}{1,2 \times 18,6} = 20161 \text{ Лм}; \quad (3.6)$$

ДРЛ-400 қабылдаймыз $\Phi_{\text{л}} = 19000 \text{ Лм}$, $P_{\text{л}} = 400 \text{ Вт}$.
Нормадан тыс:

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi}{\Phi_{\text{расч}}} \times 100\% = \frac{20161 - 19000}{20161} \times 100\% = 5,7\%, \text{ шегінде орналасқан}$$

$$E = \frac{\Phi \times \mu \times \Sigma e}{1000 \times K_3} = \frac{19000 \times 1,2 \times 18,6}{1000 \times 1,5} = 282 \text{ лк}. \quad (3.7)$$

Барлық үш әдіс бойынша есептеулер дүкеннің осы бөлімі үшін лампалардың ең қолайлы екендігін көрсетеді ДРЛ-400 с $\Phi_{\text{л}} = 19000 \text{ Лм}$, $P_{\text{л}}=400 \text{ Вт}$.

2) Мастерлердің бөлмесі

$h_c = 1 \text{ м}$ – шамның биіктігі;

$H = 4 \text{ м}$ – Бөлменің өлшемдері;

H_p – шамнан төбеге дейінгі:

$H_p = H - h_c = 4 - 1 = 3 \text{ м}$

Бөлменің өлшемдері: $6 \times 6 \times 4$, $S = 36 \text{ м}^2$

а) Қолдану коэффициенті:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{min}} \times K_z \times S \times Z}{N \times \eta};$$

η -ды анықтау үшін пайдалану индексі бөлме индексін есептеуі керек:

$$i = \frac{A \times B}{H_p(A \times B)} = \frac{36}{3 \times (6 + 6)} = 1;$$

Кесте бойынша $\eta=45\%$ при $\rho_n=70\%$; $\rho_c=50\%$; $\rho_p=10\%$,
Шамалы ағынды анықтайық:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{min}} \times K_z \times S \times Z}{N \times \eta} = \frac{150 \times 1,5 \times 36 \times 1,2}{4 \times 0,45} = 5400 \text{ Лм.} \quad (3.8)$$

Анықтама бойынша 2 лампа таңдаймыз ЛБР-40, $\Phi_{\text{л}}=2 \times 2850=5700 \text{ Лм}$,
 $P_{\text{л}}=40 \text{ Вт}$.

Нормадаң тыс:

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi}{\Phi_{\text{расч}}} \times 100\% = \frac{5400 - 5700}{5400} \times 100\% = -5,5\%; \quad (3.9)$$

–10% - даң + 20% дейін

$$P_{\text{уд}} = \frac{P \times N}{S} = \frac{2 \times 40 \times 4}{36} = 8,8 \text{ Вт/м}^2. \quad (3.10)$$

б) Жобалық қуаттарды арнайы қуат әдісімен тексеру. $N = 4$ шт, $P_{\text{уд}} = 8,8 \text{ Вт/м}^2$ при $E = 100 \text{ лк}$, $K_z = 1,5$

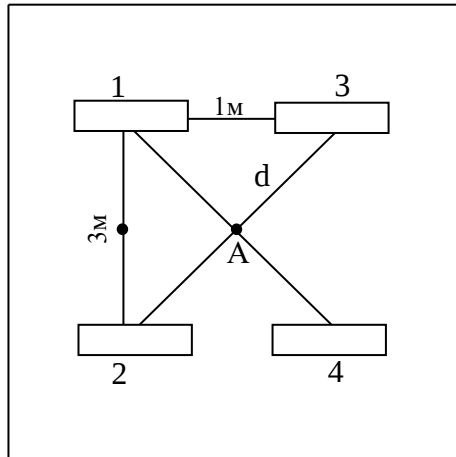
Қайта санап тексеру $E = 150 \text{ лк}$, $K_z = 1,5$

$$P_{\text{уд}} = \frac{8,8 \times 1,5 \times 1,5}{1,5} = 12,9 \text{ Вт/м}^2; \quad (3.11)$$

$$P = \frac{P_{\text{уд}} \times S}{N} = \frac{12,9 \times 36}{8} = 58 \text{ Вт}; \quad (3.12)$$

ЛБР-40, $P_{\text{л}}=40 \text{ Вт}$. Лампаларын қабылдаймыз

в) Нүктелік әдіспен анықталған. Есептелген сағаттың жартысынаң асатың радиаторлар жарқыраған сызықтар болып саналады. Жарық жолдардың сипаттамалары сызықты құрайтын элементтердің жарық қарқындылығының бойлық және көлденең қисықтары және жарық ағынының желілік тығыздығы - $\Phi /$. Көлденең қисық каталог деректері бойынша беріледі(3.2 – сурет).



3.2 - сурет - Жарықтандыруды анықтау

$$\Phi = \frac{1000 \times E_{\min} \times K_3 \times h}{\mu \times \Sigma \varepsilon},$$

онда А басқару нүктесі аралықтардың арасында ортасында, қабырғадан Н_р қашықтықта орналасады(3.3 кесте)

3.2 – кесте – Есептейміз $\Sigma \varepsilon$

Жартылай қатар	p	L	p'	L'	$\Sigma \varepsilon$
1,2,3,4	1,5	2	0,5	0,7	4×45
					$\Sigma \varepsilon=180$

$\mu = 1,1$ -ге тең:

$$\Phi = \frac{1000 \times 150 \times 1,5 \times 3}{1,1 \times 180} = 3409 \text{ Лм/м.} \quad (3.13)$$

Әрбір серияда шамдардың жалпы ағыны: $3409 \times 6 = 20454 \text{ Лм.}$

Бір шам: $20454 / 8 = 2556 \text{ Лм.}$

ЛЛ 2×ЛБР 40-4 с $\Phi_{\text{Л}} = 2 \times 2850 = 5700 \text{ Лм, } P_{\text{Л}} = 40 \text{ Вт. таңдаймыз}$

Нормадан тыс:

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi}{\Phi_{\text{расч}}} \times 100\% = \frac{2556 - 2850}{2556} \times 100\% = -9,1\%; \quad (3.13)$$

$$E = \frac{\Phi \times \mu \times \Sigma \varepsilon}{1000 \times K_3 \times h} = \frac{3409 \times 1,1 \times 180}{1000 \times 1,5 \times 3} = 149 \text{ Лк.} \quad (3.14)$$

Барлық үш әдіс бойынша есептеулер дүкеннің осы бөлімі үшін лампалардың ең қолайлы екендігін көрсетеді ЛБР-2×40 с $\Phi_{\text{л}}=5700$ Лм, $P_{\text{л}}=40$ Вт.

3) Гардероб

$h_c = 1\text{м}$ – шамның биіктігі;

$H = 4\text{м}$ – Бөлменің өлшемдері;

H_p – шамнан төбеге дейінгі;

$H_p = H - h_c = 4 - 1 = 3\text{м}$

Бөлменің өлшемдері: $6 \times 6 \times 4$, $S=36\text{м}$

а) Қолдану коэффициенті:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{min}} \times K_z \times S \times Z}{N \times \eta};$$

η - ды табу үшін пайдалану индексі бөлме индексі есептеуі керек:

$$i = \frac{A \times B}{H_p(A \times B)} = \frac{36}{3 \times (6 + 6)} = 1; \quad (3.15)$$

$\eta=54\%$ при $\rho_n=70\%$; $\rho_c=50\%$; $\rho_p=10\%$,

Шамалы ағыны анықтайық:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{min}} \times K_z \times S \times Z}{N \times \eta} = \frac{50 \times 1,3 \times 36 \times 1,2}{4 \times 0,54} = 1300 \text{ Лм}. \quad (3.16)$$

Анықтама рақылы таңдаймыз ЛБ-100, $\Phi_{\text{л}}=1350\text{Лм}$, $P_{\text{л}}=100\text{Вт}$.

Нормадан тыс:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi}{\Phi_{\text{расч}}} \times 100\% = \frac{1300 - 1350}{1300} \times 100\% = -3,8\%, \quad (3.17)$$

Нормада 10% -дан + 20% дейін.

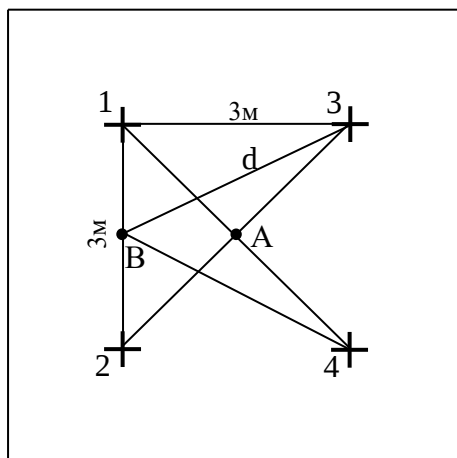
$$P = \frac{P_{\text{уд}} \times N}{S} = \frac{100 \times 4}{36} = 11,1 \text{ Вт/м}^2. \quad (3.18)$$

б) Жобалық қуаттарды арнайы қуат әдісімен тексеру. $N = 4\text{шт}$, $P_{\text{уд}} = 12,9\text{Вт/м}^2$ при $E = 50\text{лк}$, $K_z = 1,3$:

$$P = \frac{P_{\text{уд}} \times S}{N} = \frac{12,9 \times 36}{4} = 116,1 \text{ Вт}; \quad (3.19)$$

ЛБ-200, Рл=200Вт шамдарын таңдаймыз

в) Нүктелік әдіспен тексереміз(3.3 – сурет)



3.3 - сурет – Жарықтандыруды анықтау

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{1000 \times E_{\text{min}} \times K_3}{\mu \times \Sigma e}$$

Жарықтандырылған нүктеден шамға дейін және есептелген биіктіктен d аралығынан бастап, жалпы шартты жарықтандыруды анықтаймыз Σe .

Нүктелер 1,2,3,4: d=2,1м

$\Sigma e = 4 \times 11 = 44$ лк

$$\Phi = \frac{1000 \times 50 \times 1,3}{1,1 \times 44} = 1342 \text{ Лм}; \quad (3.20)$$

ЛБ-100 $\Phi_{\text{л}} = 1350$ Лм, Р_л = 100Вт лампаларын таңдаймыз

Нормадан тыс:

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi}{\Phi_{\text{расч}}} \times 100\% = \frac{1342 - 1350}{1342} \times 100\% = -0,5\% \text{ шамалас}$$

$$E = \frac{\Phi \times \mu \times \Sigma e}{1000 \times K_3} = \frac{1350 \times 1,1 \times 44}{1000 \times 1,3} = 51 \text{ лк}. \quad (3.21)$$

Барлық үш әдіс бойынша есептеулер дүкеннің осы бөлімі үшін лампалардың ең қолайлы екендігін көрсетеді ЛБ-100 с $\Phi_{\text{л}} = 1350$ Лм, Р_л=100Вт.

4) *Механикалық цех*

$h_c = 1\text{ м}$ – шамның биіктігі;

$H = 4\text{ м}$ – Бөлменің өлшемдері;

H_p – шамнан төбеге дейінгі;

$H_p = H - h_c = 4 - 1 = 3\text{ м}$

Бөлменің өлшемдері: $6 \times 6 \times 4$, $S = 36\text{ м}$

а) Қолдану коэффициенті:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{min}} \times K_z \times S \times Z}{N \times \eta};$$

Пайдалану коэффициентін анықтау үшін бөлме индекcін есептеу қажет:

$$i = \frac{A \times B}{H_p(A \times B)} = \frac{36}{3 \times (6 + 6)} = 1; \quad (3.22)$$

Кесте арқылы анықтау $\eta = 54\%$ при $\rho_n = 70\%$; $\rho_c = 50\%$; $\rho_p = 10\%$,
Шамалы ағыны анықтайық:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{min}} \times K_z \times S \times Z}{N \times \eta} = \frac{30 \times 1,3 \times 36 \times 1,2}{4 \times 0,54} = 780 \text{ Лм}. \quad (3.23)$$

ЛБ-60, $\Phi_{\text{л}} = 790 \text{ Лм}$, $P_{\text{л}} = 60 \text{ Вт}$.

Нормадаң ауытқу:

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi}{\Phi_{\text{расч}}} \times 100\% = \frac{780 - 790}{780} \times 100\% = -1,2\%, \quad (3.24)$$

10% -дан + 20% дейін

$$P = \frac{P_{\text{уд}} \times N}{S} = \frac{60 \times 4}{36} = 6,6 \text{ Вт/м}^2. \quad (3.25)$$

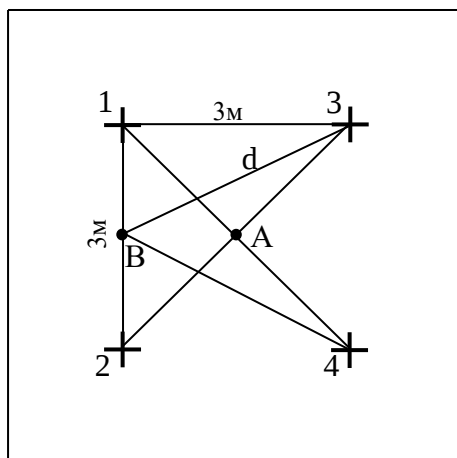
б) Жобалық қуаттарды арнайы қуат әдісімен тексеру.

$N = 4 \text{ шт}$, $P_{\text{уд}} = 8,6 \text{ Вт/м}^2$, $E = 30 \text{ лк}$, $K_z = 1,3$.

$$P = \frac{P_{\text{уд}} \times S}{N} = \frac{8,6 \times 36}{4} = 77,4 \text{ Вт}; \quad (3.26)$$

ЛБ-60, $P_{\text{л}} = 60 \text{ Вт}$ шамдарын таңдаймыз:

в) Нүктелік әдіспен есептеу(3.4 – сурет)



3.4 - сурет - жарықтандыруды анықтау

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{1000 \times E_{\text{min}} \times K_3}{\mu \times \Sigma e}.$$

Жарықтандырылған нүктеден шамға дейін және есептелген биіктіктен d аралығынан бастап, жалпы шартты жарықтандыруды анықтаймыз Σe .

Нүктелер 1,2,3,4: $d=2,1\text{м}$

$\Sigma e=4 \times 11=44$ лк

$$\Phi = \frac{1000 \times 30 \times 1,3}{1,1 \times 44} = 805 \text{ Лм}; \quad (3.27)$$

ЛБ-60 $\Phi_{\text{л}} = 790\text{Лм}$, $P_{\text{л}} = 60\text{Вт}$ шамдарын тандаймыз

Нормадан тыс:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{расч}} - \Phi}{\Phi_{\text{расч}}} \times 100\% = \frac{805 - 790}{805} \times 100\% = 1,8\%,$$

$$E = \frac{\Phi \times \mu \times \Sigma e}{1000 \times K_3} = \frac{790 \times 1,1 \times 44}{1000 \times 1,3} = 29 \text{ лк}. \quad (3.28)$$

Барлық үш әдіс бойынша есептеулер дүкеннің осы бөлімі үшін лампалардың ең қолайлы екендігін көрсетеді ЛБ-60 с $\Phi_{\text{л}}=790\text{Лм}$, $P_{\text{л}}=90\text{Вт}$.

Барлық есептеулер жарықтандыру парағына дейін азаяды.

3.2 Электротехникалық есептеу

1) Қуат көздерін таңдау кезінде, кернеу деңгейіне және тұрақтылыққа қойылатын талаптар ескерілуі керек. Лампалардың кернеуі номиналды кернеудің 105% -нан аспауы және 97,5% -дан төмен болмауы тиіс.

2) Қалыпты жарықтандыру қуат жүктемесі бар 380/220 V трансформаторларынан қамтамасыз етіледі, бұл жыл сайын 20-дан 40% -ға дейін үнемделеді.

3) Электрмен жабдықтаудың сенімділігін арттыру үшін жұмыс және авариялық жарықтандыру желілерінің схемалары резервтік көзге автоматты түрде ауысатын құрылғылармен жабдықталған бір немесе бірнеше қосалқы станциялардың түрлі трансформаторларынан бөлінеді және беріледі.

4) Жарықтандыру желісі тамақтану және топтық желілерден тұрады. Электр желілерін басқару құрылғылары мен құрылғылары желілерді, магистральдарға

Электр жарықтандыру желісін есептеу:

$P_{расч} = P_{уст.} \times K_c \times K_n$,
 K_c – сұраныс коэффициенті;
 K_n – шығын факторы.
Жөндеу механикалық цех:

$$P_{расч} = 9 \times 400 \times 1,1 \times 1 = 3960 \text{ Вт};$$

Мастерлер бөлмесі:

$$P_{расч} = 2 \times 4 \times 40 \times 1,3 \times 1 = 416 \text{ Вт};$$

Гардероб:

$$P_{расч} = 4 \times 100 \times 1 \times 1 = 400 \text{ Вт};$$

Қойма:

$$P_{расч} = 4 \times 60 \times 1 \times 1 = 240 \text{ Вт}.$$

$$P_{расч.ш.о.} = 18040 + 416 + 400 + 240 = 19096 \text{ Вт}.$$

Желі үшін жүктеу сәті $L=40\text{м}$:

$$M_{пит} = l \times P = 20 \times 0,24 = 4,8 \text{ кВт м};$$

Кесте бойынша сымның көлденең қимасын анықтаймыз: АПВ-4(1×2,5)
при $\Delta U = 0,4\%$.

Ток мәні үшін тексеру: $I_{доп} = 19\text{А} > 1,2\text{А}$.

Жұмыс және апаттық жарықтандыру панелдерінің түрін және орнын таңдау.

Жұмыс жарықтандыру үшін: $I_p = 34\text{A}$

ЩОЗ1-32 кіру кезінде автоматты құрылғымен АЗ114 ($I_n = 100\text{ A}$), шығыс желілерде автоматты машиналар АЕ-1031-11 ($I_n = 6 \div 25\text{A}$).

Апатты жарықтандыру үшін: $I_p = 0,48\text{A}$,

ЩОЗ1-21 кіру кезінде автоматты құрылғымен АЗ114 ($I_n = 100\text{ A}$), шығыс желілерде автоматты машиналар АЕ-1031-11 ($I_n = 6 \div 25\text{A}$).

Екі қақпақ кіреберістің сол жағына, еденнен 1,5 м биіктікте орнатылады.

5) желінің қорғанысын есептеу

б) Қорғаныс шарттары: а) $I_{n.авт} \geq I_p$; б) $I_{n.расц.} \geq I_{расч}$

Автоматтар таңдаймыз:

б) Жөндеу механикалық цех:

АЕ-1031-11 $I_p = 6,6\text{A}$; $I_{n.ав} = 25\text{A}$; $I_p = 10\text{A}$.

в) мастерлер бөлмесі: АЕ-1031-11, $I_p = 2,1\text{ A}$; $I_{n.ав} = 25\text{ A}$; $I_p = 6,3\text{ A}$.

г) гардероб: АЕ-1031-11 $I_p = 2\text{A}$; $I_{n.ав} = 25\text{ A}$; $I_p = 6,3\text{ A}$.

д) қойма: АЕ-1031-11 $I_p = 1,2\text{A}$; $I_{n.ав} = 25\text{ A}$; $I_p = 6,3\text{ A}$.

Жарықтандыру есептеудің нәтижелері 3.4-кестеде келтірілген, сондай-ақ жөндеу-механикалық шеберхана мен басқа да құрылыстарды электрмен жарықтандыру схемасы жасалды (3.5 - суретте).

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс «Қаскелең қаласындағы кондитерлік фабриканы электрмен жабдықтау және цехтардың электрлік жарықтандырылуын есептеу» тақырыбына арналған. Жұмыста келесідей негізгі нәтижелер алынды.

Электр қабылдағыштардың берілген саны мен қуаты бойынша жүктемелер есептелді. Бұл есептеулер нәтижесі бойынша, және жобаның бастапқы берулері бойынша 0,4 кВ кернеудегі жүктемелері анықталды. 8 трансформатор таңдалды. Сонымен қатар 0,4 кВ кернеулі шиналарындағы реактивті қуаттын компенсациясы конденсаторлар батареясы көмегімен жасалды. Негізгі бөлімде ажыратқыштар; секциялық ажыратқыштар; жүктемені ажыратқыштар; шығатын желідегі ажыратқыштар, сонымен қатар осыларға арналған күштік кабельдер. өлшеу құралдары, тоқ және кернеу трансформаторлары таңдалынды.

Экономикалық бөлімде фабриканың өзін-өзі ақтау мерізімдері қарастырылған. Еңбекті қорғау бөлімінде жасанды жарықтандыру, шу және діріл, электр тогымен жарықтандыру және жерлендіру, электр тогының адам органейзімне әсері көрсетілген.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

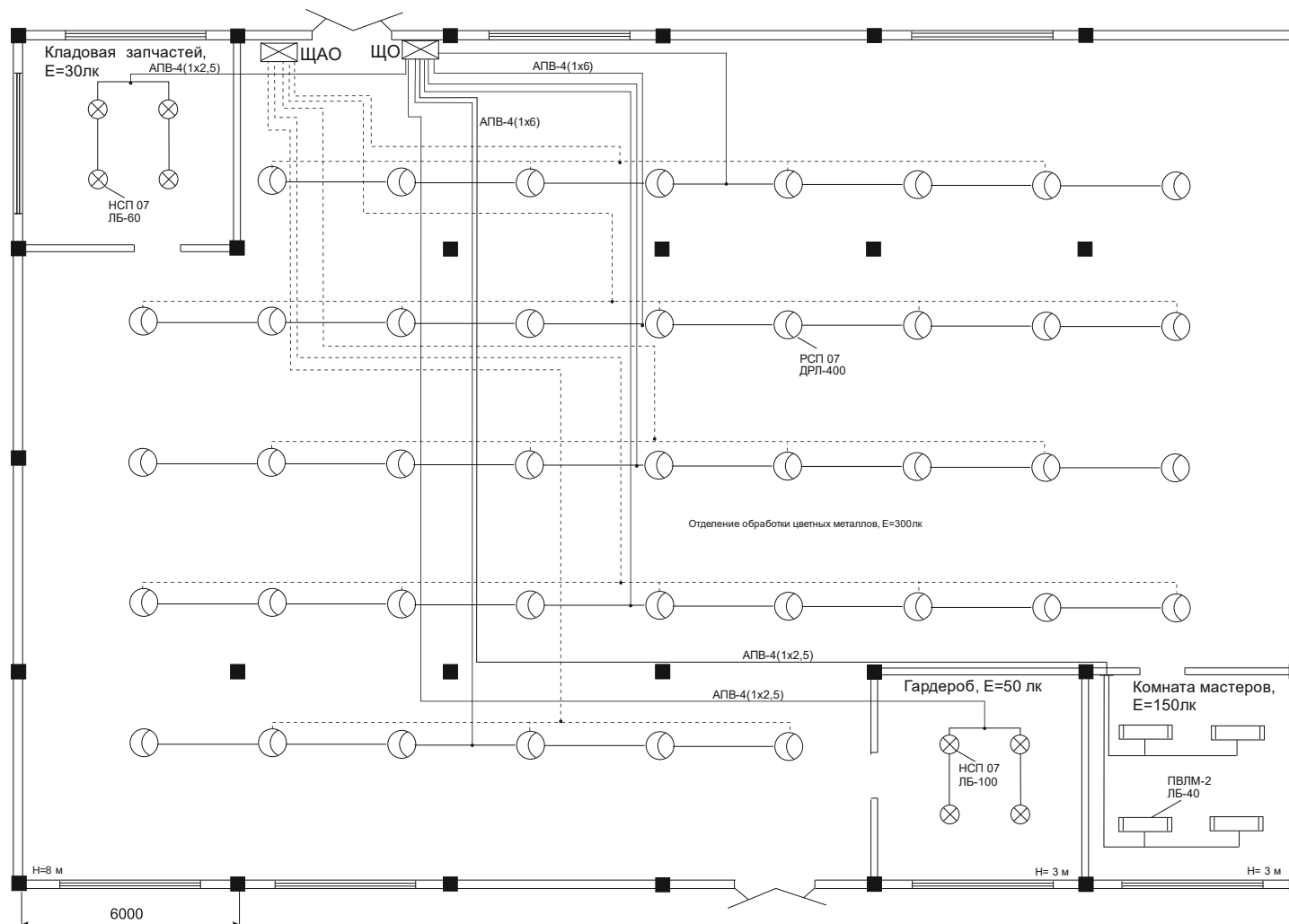
- 1 Барыбин Ю.Г., Л.Е. Федоров. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 465с.
- 2 Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий - М.: Энергия, 1967. – 465 с.
- 3 Епанешников М.М. Электрическое освещение. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Изд.4-е, перераб. - М.: Энергия, 1976. 125 с.
- 4 Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования//Под редакцией Ю.Г.Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 464 с.
- 5 Васин В.М., Липкин Б.Ю. Дипломное проектирование для специальности «Электрооборудование промышленных предприятий и установок». - М.: Высшая школа, 1977. 245 с.
- 6 Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
- 7 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. - М., 1975. – 348 с.
- 8 Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1987 . - 368 с.
- 9 Федоров А.А., Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для ВУЗов. – М.: Энергия, 1981. – 360с.
- 10 Князевский В.Н. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для ВУЗов. – М.: Энергия, 1986. – 408с.
- 11 Правила устройства электроустановок. - М.: Главгосэнергонадзор России, 1998. – 607 с.
- 12 Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения - М.: Высшая школа, 1985. – 420 с.
- 13 Чернобровов Н.В. Релейная защита. Учебное пособие. - М.: Энергия, 1989. – 745 с.
- 14 Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987. -386 с.
- 15 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448с., ил.

Қосымша А

Кәдеге жарату коэффициентін пайдалана отырып, жарықтандыруды есептеуге арналған жарықтандыру парағы нақты күш пен нүкте әдісімен тексеру

№	Бөлменің өлшемдері	Размеры помещения, м			Жарықтандырудың түрі	Шамдардың саны	Қордың коэффициенті	Шағылысу коэффициент, %			Бағалы жарықтандыру, люкс	Пайдалану коэффициенті	Шамның жарық ағыны, лм	Шам күші, Вт	Арнайы куат, Вт/м²		Нүктелік әдіспен жарықтандыруды есептеу	Шамның түрі
		Ұзындығы	Ені	Биіктігі				Төбе	Қабырға	Жұмыс аймағы					пайдалану коэффициенті әдісін пайдалану	куат нақты әдісімен		
1	Механикалық жөндеу цехы	36	18	8	Р, Э, А, О	41 РСР07	1,5	50	30	10	300	48	19000	400	21,6	20,46	282	ДРЛ
2	Шеберхана	6	6	4	Р, О	4 ПВЛМ-2	1,5	70	50	10	150	45	2850	40	8,8	8,6	149	ЛЛ
3	Гардероб	6	6	4	Р, О	4 НСПО7	1,3	70	50	30	50	54	1350	100	11,1	12,9	51	ЛН
4	Қосалқы бөлшектер қоймасы	6	6	4	Р, О	4 НСПО7	1,3	70	50	30	30	54	790	60	6,6	8,6	29	ЛН

Р - жұмыс; Е - эвакуациялау; А - төтенше жағдай; О-жалпы, біртекті



Электр жарықтандыру схемасы

