ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ
Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты
«Энергетика» кафедрасы
5В071800 – Электр энергетикасы

Оразалиев Темирлан Бакытжанович

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Алматы қаласындағы құбыр зауытының электрмен жабдықталуын жобалау және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау»

5В071800 - «Электр энергетикасы»

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5В071800 – Электр энергетикасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісінің м.а.,
PhD докторы
_____Е.А. Сарсенбаев
«17» _____05_____2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Алматы қаласындағы құбыр зауытының электрмен жабдықталуын жобалау және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау»

5В071800-«Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған Оразалиев Т.Б.

Пікір беруші
М. Тынышпаева атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы
PhD, «Электроэнергетика» кафедрасының доценті
_____Ж.Ж.Калиев
(қолы)
«17» _____05_____2019 ж.

Ғылыми жетекші
лектор
_____Г.Ш. Тоқпеисова
(қолы)
«17» _____05_____2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5В071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісінің м.а.,
PhD докторы
_____Е.А. Сарсенбаев
«28» 01 2019 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Оразалиев Темирлан Бакытжанович*
Тақырыбы: *«Алматы қаласындағы құбыр зауытының электрмен жабдықталуын жобалау және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау».*
Университет ректорының *2018 ж. «30» қазанындағы № 1210 - б бұйрығымен бекітілген.*
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«6» мамыр 2019 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: *Қорек көзі ЖЭО-дан және шексіз қуатты резервтік энергожүйеден орындалған. ЖЭО жүйемен қатар жұмыс істейді. ЖЭО-ның 10,5 кВ шиналарындағы қысқа тұйықталу қуаты 400 МВА. Қосалқы станцияда кернеуі 35/10,5/6,3 кВ 16 МВА қуаты бар екі трансформатор орналасқан. Трансформаторлар тәуелсіз бөлек жұмыс істейді. Қосалқы станцияның 35 кВ жағындағы қысқа тұйықталу қуаты 600 МВА құрайды. ЖЭО-дан зауытқа дейін 4,8 км, қосалқы станцияның энергия жүйесінен зауытқа дейін 7 км.Зауыт үш ауысыммен жұмыс істейді.*
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:
а) Электрлік жүктемелерді есептеу;
б) Арнайы бөлім: «Алматы қаласындағы құбыр зауытының электрмен жабдықталуын жобалау және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау»;
в) Электр қауіпсіздігі;
Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау*
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:*15 атау*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	**Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері**	**Ескерту**
Электрлік жүктемелерді есептеу		28.02.
Алматы қаласындағы құбыр зауытының электрмен жабдықталуын жобалау және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау		28.02.

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**
Негізгі бөлім	Тоқпеисова Г.Ш. лектор		16.05
Арнайы бөлім	Тоқпеисова Г.Ш. лектор		16.05
Норма бақылау	Балгаев Н.Е. PhD докторы, сениор - лектор	17.05.19ж	

Ғылыми жетекші _____ Г.Ш.Тоқпеисова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Оразалиев Т.Б.

Күні «_____»_____2018 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс құбыр зауытының электрмен жабдықтау жүйесін жобалауға арналған. Электржөндеу цехы бойынша және барлық зауыт бойынша жүктемені есептеу жүргізілді, Электрмен жабдықтаудың ең тиімді схемалары таңдалған (екі нұсқаны салыстыра отырып), 0,4 кВ және 10 кВ шиналарындағы қысқа тұйықталу токтары есептелген, олардың нәтижелері бойынша электржабдықтарын таңдау жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа предназначена для проектирования системы электроснабжения трубного завода. Была рассчитана нагрузка электростанции и всех станций, выбраны наиболее эффективные схемы электроснабжения (сравнение двух вариантов), обрывы короткого замыкания 0,4 кВ и 10 кВ, по результатам которых был сделан выбор электрооборудования.

ANNOTATION

The diploma work is intended for designing the power supply system of the pipe plant. The electric power plant and all plant loadings were calculated, the most efficient electricity schemes were selected (comparing two versions), 0.4 kV and 10 kV short-circuit breaks, according to the results of which the selection of electrical equipment was made.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	8
1	ЖШС «Қазақстан құбыр зауытының» технологиялық процесі	9
2	Зауыттың электрмен жабдықтауын құрастыру	13
2.1	Жұмыстың бастапқы берілістері	13
2.2	Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді есептеу	13
2.3	Цех трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты қарымталау	18
2.4	$Q_{нбк}$ ТП-ң реактивті жүктемесіне пропорционал тарату	20
2.5	ГПП 10 кВ шинасындағы реактивті қуаттың компенсациясын есептеу	22
2	Арнайы бөлім	24
3.1	Алматы қаласындағы құбыр зауытының электрмен жабдықталуын жобалау және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау	24
3.1.1	Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын салыстыру	24
3.2	Бірінші нұсқа	24
3.2.1	ГПП трансформаторларын таңдау	24
3.2.2	Электр беріліс желісі (ЭБЖ) кернеуі 35 кВ	26
3.3	Кернеуі 35 кВ-қа ажыратқыш таңдаймыз	27
3.4	Бірінші нұсқа бойынша шығынның есеп-қисабы	28
3.5	Екінші нұсқа	32
3.5.1	ЭБЖ кернеуі 10,5 кВ	32
3.6	Кернеуі 10,5 кВ-қа ажыратқыш таңдау	33
3.7	Екінші нұсқа бойынша шығынның есеп-қисабы	35
3.8	Кернеуі 10,5 кВ-ті жабдықтарды таңдау	37
3.8.1	Шинадағы қысқа тұйықталу тоғын есептеу	37
3.9	Алыстатылған желілердегі ажыратқышты таңдау	39
3.10	Алыстатылған жүктемелерге кабель таңдау	40
3.11	ТП-ғы жүктеме ажыратқышын таңдау	41
3.12	ТП-ға автоматтық ажыратқышты таңдау	41
3.13	Ток трансформаторын таңдау	42
3.13.1	Кернеуі 10,5 кВ шина мен ТП1-3 желісіндегі ток трансформаторы	42
3.13.2	Кернеуі 10,5 кВ шина мен ТП4-7 желісіндегі ток трансформаторы	43
3.14	Кернеу трансформаторын таңдау	45
4	Электр қауіпсіздік ережелері	46
	Қорытынды	47
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	48

КІРІСПЕ

Елдегі энергетика халық шаруашылығында және түрлі салаларда электр энергиясын тұтынушыларды сенімді электр энергиясымен қамтамасыз етеді. Қазақстанда өндірілген электр энергиясын тұтыну бойынша бірінші орында өндіріс саласы тұр және жалпы энергияның 70% - ын құрайды.

Электр энергиясы халық шаруашылығының барлық салаларында, әсіресе электр жетегінің әртүрлі механизмдері үшін, ал кейінгі жылдары-әртүрлі электртехналогиялық қондырғылар, оның ішінде электротермиялық және электр дәнекерлеу құрылғылары, электролиз, электролиз, материалды электр және электр бөлуші өңдеу, электр және т.б. үшін қолданылады.

Энергожүйені жоспарлау кезінде қосымша қуатты тұтынушылар орнату қажет, жүйенің барлық аумағында қуат коэффициенті жоғары деңгейде болуы және жүйедегі электр энергиясының сапасын бақылау мүмкіндігі болуы тиіс. Осыған байланысты электр энергиясын тұтынушылардың өзіндік ерекшеліктері бар, осыған байланысты электрмен жабдықтауға мынадай талаптар қойылады: қорек көзінің сенімділігі, электр энергиясының сапасы, жеке элементтерді сақтау және қорғау. Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйелерін жобалау және қолдану кезінде дұрыс кернеудің техникалық-экономикалық негіздемесін таңдау, электр жүктемесін анықтау, қосалқы трансформаторлардың қуаты мен санын, олардың сақтандырғыштарын таңдау, кернеуді реттеу тәсілдері және реактивті қуатты қалпына келтіру жүйесі қажет.

Бұл дипломдық жобада келесі сұрақтар қарастырылды: 1.Дипломдық жобада қолданылатын негізгі ұғымдар; 2. Дипломдық жобада қолданылатын негізгі ұғымдар; 3. Дипломдық жобада қолданылатын негізгі ұғымдар; 4. Дипломдық жобада қолданылатын негізгі ұғымдар; 5. Дипломдық жобада қолданылатын негізгі ұғымдар; 6. Дипломдық жобада қолданылатын негізгі ұғымдар; 7. Дипломдық жобада қолданылатын негізгі ұғымдар; 8. Дипломдық жобада қолданылатын негізгі ұғымдар.

Бұл жағдайда электр желілерін жобалау электрмен жабдықтауды дамытудың ұтымды нұсқаларының соңғы санын құрумен байланысты. Олар тұтынушыларды қалыпты және апаттық режимдерде сенімді және сапалы электр энергиясымен қамтамасыз етеді. Экономикалық жағдайлар бойынша неғұрлым ұтымды нұсқаларды таңдау жүргізіледі. Бұл ретте барлық нұсқалар электр жабдығының сенімділігі мен сапасын алдын ала бір деңгейге жеткізеді. Жүйені жобалау кезінде экологиялық, әлеуметтік және басқа да жағдайлар шектеу түрінде ескеріледі.

Энергетикалық бағдарламада энергия үнемдеу саясатын қарастыру дамуда. Электр энергетикалық ресурстарды үнемдеу үшін өндірістегі жабдықтарды энергия үнемдеу құрылғыларына ауыстыру, ескірген қондырғыларды жаңарту, энергетикалық шығындардың барлық түрлерін барынша жою, өндіріс құрылымын жақсарту, энергетикалық ресурстарды қайта құру және пайдалану қажет.

1 ЖШС «Қазақстан құбыр зауытының» технологиялық процесі

Қазіргі кезде ЖШС «Қазақстан құбыр зауыты» 5 түрлі диаметрде полиэтиленді құбыр шығарады.

Оның екеуі финлияндиялық өнім (EX-90-32-225 және EX-120-32-350), үшеуі қытай өнімі (PE 1000A, PE 450A және PE 160A) 1.1-суретте көрсетілген.

1.1 – сурет - ЖШС «ҚҚЗ-дағы» полиэтилен өндіретін экструдерлік сызық

Екпінді құбырларды МЕСТ 18599-2001 бойынша, суық суларды тура таратуға арналған, сонымен біргеқаптамалы құбырлар жылулық желілер мен ыстық суларды таратуға арналған құбырлардың сыртқы қорғанысы болат құбырдан, оқшауламасы МЕСТ 30732-2006 бойынша пенополиуретаннан дайындалған. Құбырлардың диаметрі 20-дан 1200 ммг-ге дейін.

Полиэтиленді құбыр дайындайтын сызықты экструзия өз алдына технологиялық аяқталған үздіксіз экструзияның циклін көрсетеді, калибровка, суыту, сору дайын өнімді кесу мен штабелдеу және оның өзінде құбырды белгілі бір өлшеммен түрлендіретін басы, вакумдық кеңістігі, калибрациясы және суару ваннасы, салқындатқышы, тартатын құрылғысы, маркераторы, кесетін құрылғысы және штабелер немесе кіші диаметрді құбырға арналған автоматты намотчикгі бар.

Үлкен диаметрлі құбырларды номенклатурасын кеңейту және приоритетті ұлғайту мақсатымен 2012 жылы тағы бір экструдерлік сызықты диаметрі 1400 мм болатын Krauss Maffei (Германия) өнімін (1.2-сурет) орнату жоспарлануда.

1.2 – сурет - Krauss Maffei (Германия) экструдерді сызығы

Дәнекерлеу саласы, жылулық желіге арналған үлгілі өнімдерді дайындаудың ең қиын бөлімдерінің бірі болғандықтан 2012 жылы жаңа қондырғылар мен алдыңғы техникаларға көңіл бөлу керек. Қазіргі кезде дәнекерлеу цехының болат құбырларды дайындайтын және болат қағазды өнімдерін дайындайтын аймағы бар. ЧПУ моделі ZPB-680 газ кескіші бар қондырғы (1.3-сурет) құбырдың кез келген бұрышын кесе алады.

1.3- сурет - ЧПУ моделі ZPB-680 газ кескіші бар қондырғы

Әдетте бұйымдарды дайындағанда аса дәлдікпен өндіріп шығару арқылы өнімнің сапасын арттырады. ЧПУ моделі CNC/KDG Flame Cutting machine газды-плазмалы болат қағазды кесу құралы (1.4-сурет) аса дәлділігімен кесу арқылы өнім сапасын арттырады.

1.4- сурет - ЧПУ моделі CNC/KDG Flame Cutting machine газды-плазмалы болат қағазды кесу құралы

W12NC-20X3000 моделді төрт валкого вальцаны алу нәтижесінде және жиынтықты орнатуға порталды орнату арқылы біздің зауыт құбыр дайындауға және болат қағаздардан секторлы отвод шығаруға мүмкіндігі бар. Диаметрі 820 мм және оданда үлкен диаметрлі құбырларға арналған жиекті дайындау үлкен мәселе болған, бірақта бұл мәселеде өз шешімін тапты, газ арқылы кесетін Vets сатып алынды, ол бір мезгілде құбырдың кез келген бұрышы мен құбырдың жиегін қиғаш кесе алады. ҚҚЗ токарь станогын жаңалау арқылы кез келген диаметрдегі құбырдың жиектерін механикалық жөндей алатындай мүмкіндігі бар. Lincoln фирмасының дайын болат құбырларды плазмалық кесетін қондырғысы сатып алынып орнатылуда.

Қазіргі таңда зауытта аттестациядан өткен және оқытылған электрдәнекерлеушілер жұмыс істейді. Lincoln фирмасының жартылай автоматты дәнекерлеуші аппараттарынан екеу сатып алынған. Отандық өнім Павлодар қаласындағы ЖШС «Сварконың» ВДУ-506 моделді жартылай автоматты дәнекерлеуші аппаратынан жетеу бар және де Чебоксары қаласының «Технотрон» атты жартылай автоматты дәнекерлеуші аппаратынан екеу бар. Барлық өнім 100% ультрдыбысты басқарылады.

Сапалы жиек дайындаушылардан кейін айналып кесу аппаратын қолдануға мүмкіндік болды. Ол өнім сапасын арттырып, электрдәнекерлеушілердің жұмысын жеңілдетті. Болашақта технологиялық процесті толық автоматтандырып және оларды толықтай дәнекерлеу автоматтарымен ауыстырылды.

Бұл мақсатқа жету үшін қосымша айналып кесу аппаратынан HBZ-10 моделді 1 т жүк көтеретіннен үшеу және HBZ-30 моделді 3 т жүк көтеретіннен біреу сатып алу жоспарланған.

Дөңгелек түрінде дәнекерлеу аппараттары үшін GGLJ-1000 моделді автоматты дәнекерлеу аппараты алмастырылатын болады.

Болат қағазды отвод бойлық дәнекерлейтін дәнекерлеу апаратын Middle-duty 3,5x5 моделді қосынды қабатты автоматты дәнекерлейтін денкерлеу автоматын алу жоспарланған.

Қараша айының соңы мен желтоқсан айының бас кезінде зауытта финляндиялық компанияның KEMPPI атты дәнекерлеу құрылғысына презентация болып өтті.

Зауыттың бұйымдары үшін орбиталды және жартылай автоматты газға араласқан ортасы, біріңғай тегіс темірі бар дәнекерлеу аппараты қабылданды (аргон+көмірқышқыл газы). FASTMIG Synergic 400, KEMPPI компаниясының ұсынған жартылай автоматты дәнекерлеу апараты (1.5-сурет) өзін жақсы көрсете білді.

1.5- сурет - FASTMIG Synergic 400, KEMPPI компаниясының ұсынған жартылай автоматты дәнекерлеу апараты

Жартылай автоматты дәнекерлеу аппараты әр түрлі дәнекерлеу режимінде жұмыс істей алады, соның ішінде саңылауы 8 мм-ге дейінгі тамырлы тігісті дәнекерлей алады, сонымен қатар келесі дәнекерлеуді жөндеусіз-ақ дәнекерлей береді, себебі ол командалар бағдарламаланып оның жадында сақталған. Дәнекерлеу жұмыстарының сапасын көтеру мақсатында KEMPPI компаниясының дәнекерлеу аппараттарына көшеміз және де 2012 жылы FASTMIG Synergic 400 маркалы жартылай автоматты дәнекерлеу апаратынан бесеу аламыз. Қондырғылардың қоймасы, қосымша бөлшектер мен ескірген бөлшектерді Астана қаласында жылдам ауыстыру мәселесі Қазақстан Республикасындағы KEMPPI сервис орталығы бар болуы сапаның көтерілуіне ықпал жасайды. Қаладағы жылумен қамту желілеріндегі құбырлар трубопроводтан және болатты құбырлардың бұйымдарынан тұрады. Олар ППУ оқшауламасымен оқшауланған. Оқшауламасы дәстүрлі минералды мақталы құбырмен және оқшауламасы пенополиуретаннан жасалған болат құбырлармен салыстырғанда сапасы әлде қайда жоғары.

1) Уақыт жағынан ППУ құбырларындағы құрылыс монтаждық жұмыстары екі есе жылдамырақ.
2) ППУ оқшауламасы бар құбырларды жөндеуге аз шығын кетеді.
3) ППУ құбырларын пайдалану уақыты 30 жылдан кем емес.
4) Жылу жоғалтуы 4-5 есеге аз.
5) ППУ құбырлары сыртқы шіруден толық қорғалған.
6) Құбыр желісін алыстан бақылау мүмкіндігі бар.

2 Зауыттың электрмен жабдықтауын құрастыру

2.1 Жұмыстың бастапқы берілістері

1) Зауыттың жоспары (Слайд 1).
2) Зауыттың цехтері бойынша электрлік жүктемелері туралы мәліметтер– 1.1-кесте.
3) Қорек көзі ЖЭО-дан және шексіз қуатты қосалқы энергожүйеден алынып орындалған. ЖЭО жүйемен параллель жұмыс істейді. ЖЭО-ның 10,5 кВ шинасында қысқа тұйықталу қуаты 400 МВА. Энергожүйенің қосалқы станцияда қуаты 16 МВА кернеулері 35/10,5/6,3кВ екі трансформатор орналасқан. Трансформаторлар бөлек тәуелсіз жұмыс істейді. Қосалқы станцияның 35 кВ жағындағы қысқа тұйықталу қуаты 600 МВА. ЖЭО-дан заводқа дейін 4,8 км, ал қосалқы станция энергожүйесінен заводқа дейін 7 км.
4) Зауыт үш ауысыммен жұмыс істейді.

2.1 - кесте - Цехтердің бастапқы берілістері

Аталуы	Саны ЭП, n	Тұрақтанған қуат, кВт	
		Рнmin÷Рнmax	∑Рн
1 Механикалық цех	21	2,2-22	201
2 Фитинг құю цехы	14	5-50	370,9
3 Құбыр құю цехы	14	2,2-156	628,3
4 Дәнекерлеу цехы	24	0,75-120	607,1
5 Жабдық қоймасы	4	7,5-11	38,2
6 Экструзия цехы	26	0,7-751	2267,7

2.2 Зауыт бойынша электрлік жүктемелерді 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 2.3-кестеге “Кернеуі 0,4 кВ завод цехтары бойынша күштік жүктемелерді есептеуге” енгізілген.

Заводтың 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.

2.3-кестенің 16 графасында электрлік жүктеменің картограммасын есептеу үшін шеңбер радиусы (1) жазылады:

$$r_i = \sqrt{\frac{Pp}{\pi m}}\,. \qquad (2.1)$$

P_p активті қуаты ең үлкен цех үшін шеңбер сызамыз, радиусын анықтаймыз, масштабын табамыз:

$$m = \frac{P_p}{\pi \times r^2}\,. \qquad (2.2)$$

17 графа – сектор бұрышы (жарықтану жүктемесінің үлесі):

$$\alpha = \frac{P_{po}}{P_p} \times 360\,. \qquad (2.3)$$

Жоғары вольтті жүктемелер үшін (СҚ және ДСП бар цехтар) өз масштабын қабылдаймыз және картограмма шеңберінің радиусын есептейміз.

2.3-кесте - Жарық жүктемесін есептеу

Өндіріс орындарының атаулары	Орындардың ауданы, $м^2$	Меншікті жарық жүктемесі ρ_0, $кВт/м^2$	Сұраныс коэффициенті, Кс	Тұрақты жарықтандыру қуаты, $P_{уо}$, кВт	Жарықтандыру жүктемесініңесебі		cosφ	tgφ
					$P_{ро}$,кВт	$Q_{ро}$,кВт		
1 Механикалық цех	864	0,013	1	11,2	11,2	5,6	0,9	0,5
2 Фитинг құю цехы	1944	0,015	0,85	29,2	24,8	12,4	0,9	0,5
3 Құбыр құю цехы	1944	0,015	0,85	29,2	24,8	12,4	0,9	0,5
4 Дәнекерлеу цехы	2376	0,015	0,8	35,6	28,51	14,1	0,9	0,5
5 Қойма	864	0,015	0,85	13	11	5,5	0,9	0,5
6 Экструзия цехы	3888	0,015	0,8	58,3	46,7	23,3	0,9	0,5
Территория	57424	0,0005	1	28,7	28,7	14,1	0,9	0,5

2.4 кестесінің жалғасы

Цех атаулары және эқ топтары	ЭҚ саны n	Номиналды қуаттылығы		m	$K_и$	cosφ	tgφ	Орташа жүктеме		$n_э$	$K_м$	Қуаттылығын есептеу			R, мм	α, град
		P_{min}/ P_{max}, кВт	$\sum P_н$, кВт					$P_{см}$, кВт	$Q_{см}$, кВАр			$P_р$, кВт	$Q_р$, кВАр	$S_р$, кВА		
1 механикалық цех																
күштік	17	2,2-22	201	<3	0,3	0,7	1	60,3	60,3	17	1,37	82,6	60,3			
жарықтандыру								11,2	5,6			11,2	5,6			
жинағы								71,5	66			93,8	66	114,7	35,7	66,8
2 цех заливки фитингов																
күштік	12	5-50	370,9	<3	0,7	0,8	0,75	259,6	194,7	12	1,15	298,5	194,7			
жарықтандыру								24,7	12,4			24,7	12,4			
жинағы								350,2	207,1			323,2	207,1	377,3	48,6	34,2
3 құбыр құю цехы																
күштік	10	2,2-156	628,3	<3	0,7	0,8	0,75	439,8	329,8	8	1,2	527,76	362,8			
жарықтандыру								24,8	12,4			24,8	12,4			
жинағы								464,6	342,2			552,6	375,2	668	63,3	20,3
4 дәнекерлеу цехы																
күштік	22	0,75-120	607,1	<3	0,7	0,8	0,75	425	318,8	10,1	1,16	493	318,8			
жарықтандыру								28,5	14,1			28,5	14,1			
жинағы								453,5	332,9			521,5	332,9	618,7	62,2	24,1

2.4 кестесінің жалғасы

Цех атаулары және эк топтары	ЭҚ саны n	Номиналды қуаттылығы		m	$К_и$	cosφ	tgφ	Орташа жүктеме		$n_э$	$К_м$	Қуаттылығын есептеу			R, мм	α, град
		P_{min}/ P_{max}, кВт	$\sum P_н$, кВт					$P_{см}$, кВт	$Q_{см}$, кВАр			$P_р$, кВт	$Q_р$, кВАр	$S_р$, кВА		
5 қойма																
күштік	3	7,5-11	38,2	<3	0,3	0,7	1	26,7	26,7	3	2,14	57	29,4			
жарықтандыру								11	5,5			11	5,5			
жинағы								37,7	32,2			68	35	53,1	15,6	148,3
6 экструзия цехы																
күштік	23	0,7-751	2267,7	<3	0,7	0,8	0,75	1587,4	1190,5	6	1,1	1925,5	1309,5			
жарықтандыру								46,7	23,3			46,7	23,3			
жинағы								1634	1213,8			1972,2	1332,8	2234	120,2	10,6
территорияны жарықтандыру												28,7	14,1			
0,4 кВшина бойынша жинағы	87	0,7-751	4113,2	<3	0,73	0,8	0,73	3011,6	2194,2	11	1,15	3344,9	2362,9	4095,3		

2.3 Цех трансформаторлар санын таңдау және 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты қарымталау

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

Реактивті қуатты есептеуді “Электроснабжение промышленных предприятий” оқулығымен сәйкес жүргіземіз.[7]

Есеп шығару үшін берілулер: $P_{р0,4}$=3344,9 кВт; $Q_{р0,4}$=2362,93кВАр; $S_{р0,4}$=4095,3 кВА.

Құбыр зауыты 2 категориялы тұтынушыларға жатады, зауыт үш ауысыммен жұмыс істейді; сондықтан трансформатордың жүктелу коэффициенті $К_{зтр}$=0,7. Трансформатор қуатын $S_{нтр}$=400 кВА тең қабылдаймыз.[1]

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

$$N_{т\,min} = \frac{P_{р\,0,4}}{Кз \times Sнт} + \Delta N = \frac{3344,9}{0,7 \times 400} + 0,053 = 12 \text{ дана,} \qquad (2.5)$$

мұнда $P_{р\,0,4}$ – соммалы есептік активті қуат;

$к_з$ –трансформатордың жүктелу коэффициенті;

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

ΔN – ең жақын бүтін санға дейінгі қосымша.

Экономика жағынан тиімді саны:

$$N_{т..э} = N_{min} + m, \qquad (2.6)$$

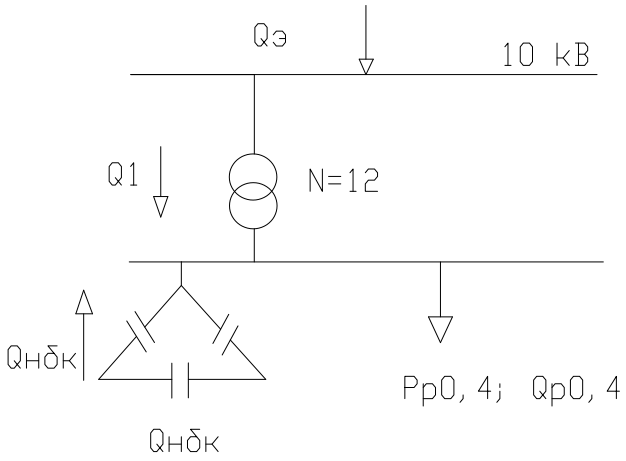
мұнда m – қосымша трансформаторлардын саны,

$N_{т..э}$ - $З^*_{п/ст}$ капиталды шығындардың тұрақты құраушыларын ескеріп, реактивтіқуатты беруге кететін меншікті шығындармен анықталады.

$З^*_{п/ст}$= 0,5; $к_з$ = 0,7;N_{min} = 12; ΔN = 0 болғандықтан m=0, ал $N_{т.э}$=12+0=12 трансформатор.

Трансформаторлардың таңдалған саны бойынша кернеуі 1 кВ-қа дейінгі желіге трансформаторлар арқылы берілетін ең көп реактивті қуатты анықтайды (2.1-сурет):

$$Q_1=\sqrt{(N_{тэ}\times Sнт\times K_з)^2-(P^2_{р0,4})}=\sqrt{(12\times 400\times 0,7)^2-(3344,9)^2}=318,2\ кВАр. \qquad (2.7)$$



2.1 - сурет - Трансформатор саны мен реактивті қарымталаушы құрылғының сұлбасы

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

$$Q_{нбк\ 1}=Q_{р\ 0,4}-Q_1=2362,93-318,2=2044,7\ кВАр. \qquad (2.8)$$

Трансформаторлардың бұл тобы үшін төменгі кернеу конденсаторлар батареясының (НБК) қосымша $Q_{нбк2}$ қуаты келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{нбк2}=Q_{р0,4}-Q_{нбк1}-\gamma\times N_{тэ}\times S_{нт}=2362,93-2044,7-0,25\times 12\times 400=-1518,2\ кВАр, \qquad (2.9)$$

мұнда γ =0,7 –есептік коэффициент;

$\gamma = f(K_1=14, K_2=2$ – қуаты $Q_{нтр}$ = 400 кВА трансформаторлар үшін /13-кесте 2.1,2.2/-ден) [4].

$Q_{нбк2}<0$ болғандықтан, $Q_{нбк2}=0$-деп қабылдаймыз, сондықтан:

$$Q_{нбк}=Q_{нбк\ 1}+Q_{нбк\ 2}=2044,7+0=2044,7\ кВАр. \qquad (2.10)$$

Әр трансформаторға келісетін бір конденсаторлар батареясының қуатын анықтаймыз:

$$Q_{нбк\ тп}=\frac{Q_{нбк}}{N_{т\ з}}=\frac{2044,7}{12}=147,5\approx 150\ кВАр. \qquad (2.11)$$

[1] әдебиеттен келесідей конденсаторлар батареясын таңдаймыз:
УКБН-0,38-150УЗ

Есептеулер нәтижесі бойынша 2.5-кестеге “ТП бойынша цехтер жүктемелерін тарату” құрылады.

Цех ҚС-рын бір және екі трансформаторлы деп қабылдаймыз. Цехтарды, олардың жүктемелерін ескеріп, территориялық белгі бойынша топтарға жинаймыз. ТП1-ТП7 кернеуі 10,5 кв шинаға қосылған. Заводтың жалпы жоспарында ТП1-ТП7-ны (10/0,4 кВ) орналастырамыз

2.5 - кесте - ТП бойынша цехтың төмені вольті жүктемелерін есептеу

№	№ ТП нөмері	$P_{р0,4}$, кВт	$Q_{р0,4}$, кВАр	$S_{р0,4}$, кВА	$К_з$
2 3 4	ТП №1-3 (5х400) S=5х400=2000 кВА $Q_{НБК}$=5х150=600 кВар	315,4 552,6 521,5	207,1 375,2 332,9 915,2 600		
		1389,5	-315,2	1424	0,71
1 5 6 жарық	ТП № 4-7 (7х400) S=7х400=2800 кВА $Q_{НБК}$=7х150=1050 кВАР	93,8 40,1 1792,8 28,7	66 34,8 1332,8 14,1 1447,7 1050		
	Барлығы	1955,4	397,7	1995	0,71

2.4 $Q_{нбк}$ ТП-ң реактивті жүктемесіне пропорционал тарату

Бастапқы берілулер:
$Q_{р\ 0,4}$=2362,93 кВАр;
$Q_{нбк}$=2044,7 кВАр.
ТП1- ТП3 : $Q_{р\ ТП\ 1-3}$=915,2 кВАр, $Q_{р\ нбк\ ТП\ 1-3}$= х,

$$Q_{р\ нбк\ тп1-3} = \frac{Q_{нбк} \cdot Q_{р\ тп1-3}}{Q_{р\ 0,4}} = \frac{2044,7 \cdot 915,2}{2362,93} = 792 \quad кВАр. \qquad (2.12)$$

УКБН-0,38-200-50УЗ
сонымен, нақты реактивті қуат:

$$Q_{ф\ ТП1-3} = 5 \times 150 = 600 кВАр. \qquad (2.13)$$

ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{неск} = Q_{р\ ТП\ 1\text{-}3} - Q_{ф\ ТП\ 1\text{-}3} = 915{,}2 - 600 = 315{,}2 кВАр. \quad (2.14)$$

ТП4- ТП7: $Q_{р\ ТП\ 4\text{-}7} = 1447{,}7$ кВАр, $Q_{р\ нбк\ ТП\ 4\text{-}7} = x$,

$$Q_{Р\ нбк\ ТП\ 4\text{-}7,} = \frac{Q_{нбк} \times Q_{р\ тп\ 4\text{-}7}}{Q_{р\ 0,4}} = \frac{2044{,}7 \times 1447{,}7}{2362{,}93} = 1252{,}7\ кВАр. \quad (2.15)$$

УКБН-0,38-150-50УЗ
сонымен, нақты реактивті қуат:

$$Q_{ф\ ТП4\text{-}7} = 7 \times 150 = 1050\ кВАр. \quad (2.16)$$

ал компенсацияланбаған қуат:

$$Q_{неск} = Q_{р\ ТП\ 4\text{-}7} - Q_{ф\ ТП\ 4\text{-}7} = 1477{,}7 - 1050 = 397{,}7\ кВАр. \quad (2.17)$$

ТП бойынша $Q_{НБК}$–ны таратудың есептік және бастапқы берілулері 2.6-кестеге енгізілген.

2.6-кесте - ТП бойынша $Q_{НБК}$ қуаттарын анықтау (қорытынды)

ТП номірі	$Q_{P_{ТП}}$, кВАр	$Q_{рНБК}$, кВАр	$Q_{НБК_{ТПскомп}}$, кВАр	$Q_{нескомп}$, кВАр
ТП № 1-3	915,2	792	900	15,2
ТП № 4-7	1433,6	1252,7	1350	77,7
Барлығы	2348,8	2044,7	2250	93

ТМН-400-10/0,4 трансформаторын таңдаймыз (2.7-кесте).

2.7-кесте - Трансформатордың паспорттық берілулері

Трансформатор түрі	$S_Н$, $кВ \cdot А$	I_{XX}, %	$U_{КЗ}$, %	$\Delta P_{КЗ}$, кВт	P_{XX}, кВт
ТМ-400-10 (0,4)	400	2,1	4,5	0,95	5,5

Жүктелу коэффициентінің мәнін 2.4-кестеден аламыз.
ТП1-3: Кз=0,71;
N=5;

$$\Delta Pm = (5{,}5 + 0{,}95 \cdot 0{,}7^2) \cdot 5 = 29{,}8 \quad кВт; \tag{2.18}$$

$$\Delta Qm = 0{,}01 \cdot (3 + 4{,}5 \cdot 0{,}7^2) \cdot 5 \cdot 400 = 104{,}1 \quad кВар. \tag{2.19}$$

ТП4-7: Кз=0,71;

N=7;

$$\Delta Pm = (5{,}5 + 0{,}95 \cdot 0{,}7^2) \cdot 7 = 41{,}7 \quad кВт;$$

$$\Delta Qm = 0{,}01 \cdot (3 + 4{,}5 \cdot 0{,}7^2) \cdot 7 \cdot 400 = 145{,}7 \quad кВар.$$

Барлық трансформаторлардағы қосынды шығындары:

$\Sigma\Delta P_{1\text{-}7}$=29,8+41,7 =71,5 кВт.
$\Sigma\Delta Q_{1\text{-}7}$=104,1+145,7=249,5 кВАр.

2.5 ГПП 10 кВ шинасындағы реактивті қуаттың компенсациясын есептеу

Резервті қуаты

$$Q_{рез}=0{,}1\times\Sigma Q_{расч}=0{,}1\times(Q_{р0,4}+\Delta Q_т)=0{,}1\times(2362{,}93+249{,}5)=261{,}2 \text{ кВАр.} \tag{2.20}$$

Энергожүйеден берілетін қуаты:

$$Q_э=0{,}25\times\Sigma P_р=0{,}25\times(P_{р0,4}+\Delta P_т)=0.25\times(3344{,}9+71{,}5)=3416{,}4 \text{ кВАр.} \tag{2.21}$$

Реактивті қуаттар балансы шарты бойынша ВБК қуатын анықтаймыз:

$$Q_{ВБК}=Q_{р0,4}+\Delta Q_т+Q_{рез}-Q_э-Q_{НБК},$$
$$Q_{ВБК}=2362{,}93+249{,}5+261{,}2-3416{,}4-2250=-2792{,}77 \text{кВАр.} \tag{2.22}$$

Зауыт бойынша электр жүктемесінің нақты есебі 2.8 кестесінде келтірілген – « Зауыт бойынша жүктеменің нақты есебі».

2.8 - кесте - Зауыттың эл.жүктемесін дәл есептеу

ТП-дың нөмірі	Цехтардың номері	ЭҚ саны	Тұрақталған қуаттылық		$К_и$	Орта жүктеме макс.загр.см.		$n_э$	$К_м$	Есептелген қуаттылық			$К_з$
		n	P_{min}/P_{max} кВт	Жалпы ∑Рн кВт		Рсм кВт	Qсм кВАр			$P_р$	$Q_р$	$S_р$	
ТП № 1-3	2	14	5-50	370,9		259,6	194,7						
	3	14	2,2-156	628,3		439,8	329,8						
(5х400 кВА)	4	24	0,75-120	607,1		425	318,8						
күштік		52	0,75-156	1606,3	0,7	1124,4	843,3	20,6	1,11	1248,1	843,3		
жарықтандыру										78	39		
терр.жарықтандыру										28,7	14,1		
.													
Qнбк(5×150 кВАр)											-750		
қорытынды										1354,8	146,4	1362	0,68
ТП № 4-7	1	21	2,2-22	201		60,3	60,3						
	5	4	7,5-11	38,2		26,7	26,7						
(7х400 кВА)	6	26	0,7-751	2267,7		1587,4	1190,5						
күштік		51	0,7-571	2506,9	0,7	1674,5	1277,5	9	1,18	1976	1405,2		
жарықтандыру										69	34,4		
Qнбк (7×150 кВАр)											-1050		
қорытынды										2015	389,6	2052,3	0,73

3 Арнайы бөлім

3.1 Алматы қаласындағы құбыр зауытының электрмен жабдықталуын жобалау және сыртқы қоректендіру схемасын техника-экономикалық таңдау

3.1.1Сыртқы электржабдықтаудың нұсқаларын салыстыру

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.

Қорек көзі ЖЭО-дан және шексіз қуатты қосалқы энергожүйеден алынып орындалған. ЖЭО жүйемен параллель жұмыс істейді. ЖЭО-ның 10,5 кВ шинасында қысқа тұйықталу қуаты 400 МВА. Энергожүйенің қосалқы станцияда қуаты 16 МВА кернеулері 35/10,5/6,3кВ екі трансформатор орналасқан. Трансформаторлар бөлек тәуелсіз жұмыс істейді.Қосалқы станцияның 35 кВ жағындағы қысқа тұйықталу қуаты 600 МВА. ЖЭО-дан заводқа дейін 4,8 км, ал қосалқы станция энергожүйесінен заводқа дейін 7 км.

Технико-экономикалық салыстыруды жүргізу үшін электрмен жабдықтаудың 2 нұсқасын қарастырамыз:

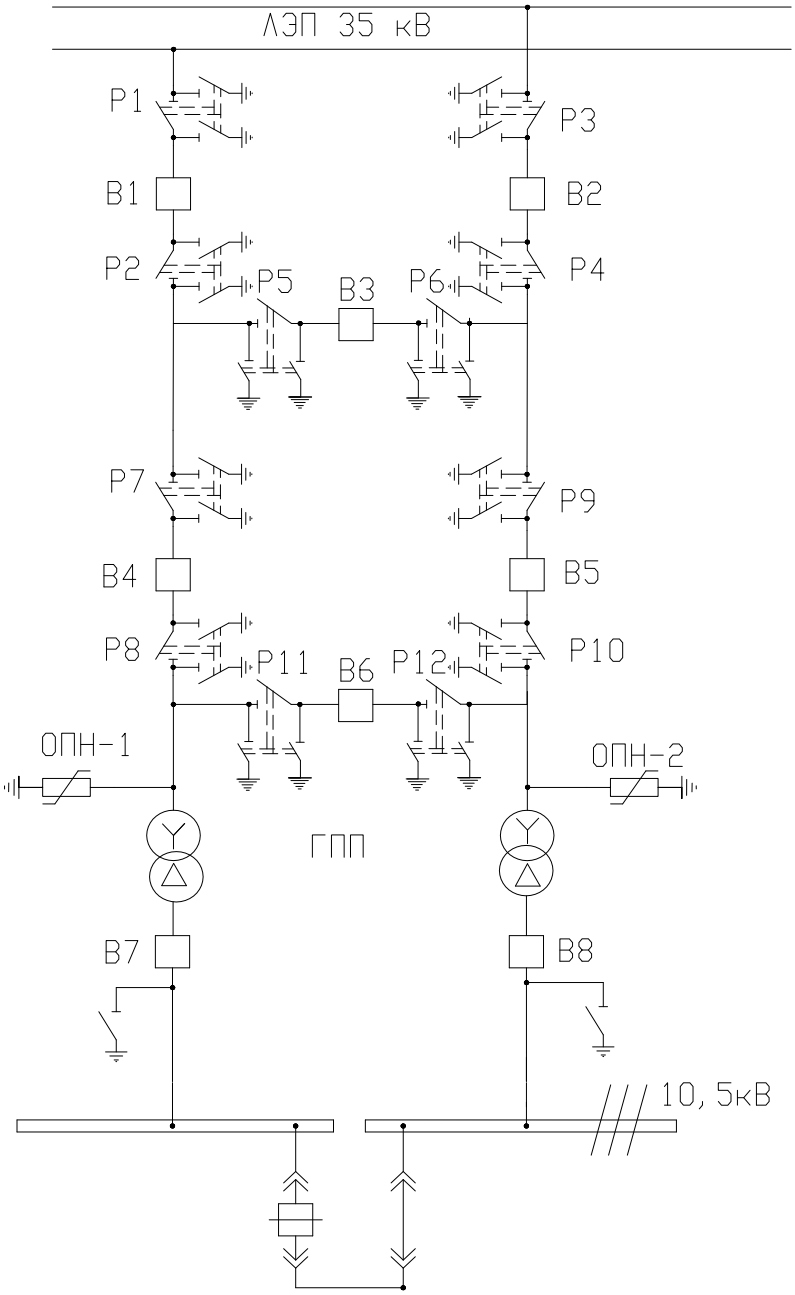
1-нұсқа–БТҚС-да кернеуі 35 кВ екі орамды трансформаторларды орнату.

2-нұсқа–ЖЭО-нан ЖШС «Қазақстан құбыр зауытына» дейінгі әуе желісіне қорғаныс аппараттарын таңдау.

3.2 Бірінші нұсқа

3.2.1 ГПП трансформаторларын таңдау

Энергожүйе қосалқы станциясының жоғарғы кернеуі. Электржабдықтау сұлбасының бірінші нұсқасы 3.1-суретте көрсетілген.



3.1 – сурет - Электржабдықтау сұлбасының бірінші нұсқасы

ГПП трансформаторларын таңдаймыз

$$S = \sqrt{Pp^2 + Qэ^2} = \sqrt{2530{,}5^2 + 3416{,}4^2} = 4251{,}5 \quad кВА. \qquad (3.1)$$

Қуаттылығы 4000 кВА-лі екі трансформатор таңдаймыз.
Жүктелу коэффициенті:

$$K_з = \frac{Sp}{2 \cdot Sн} = \frac{4781{,}2}{2 \cdot 4000} = 0{,}59. \qquad (3.2)$$

Трансформатордың паспорттық берілулері:
Трансформатор түрі ТМ-4000/35/10,5;
$S_н$=4000 кВА, $U_{вн}$=35 кВ, $U_{нн}$=10,5 кВ, $\Delta P_{хх}$=5,3 кВт, $\Delta P_{кз}$=33,5 кВт, $U_{кз}$=7,5%, $I_{хх}$=0,9%.
Трансформатордағы активті қуат шығыны:

$$\Delta P_{тгпп} = 2\cdot(\Delta P_{хх} + \Delta P_{кз}\cdot K_з^2) = 2\cdot(5{,}3 + 33{,}5\cdot 0{,}59^2) = 34\ \ кВт. \qquad (3.3)$$

реактивті қуат шығыны:

$$\Delta Q_{тгпп} = 0{,}02\cdot(I_{хх} + U_{кз}\cdot K_з^2)\cdot Sн;$$

$$\Delta Q_{тгпп} = 0{,}02\cdot(0.9 + 7{,}5\cdot 0.59^2)\cdot 4000 = 280{,}86\ \ кВАр. \qquad (3.4)$$

Трансформатор энергиясының шығыны.
Үш ауысыммен жұмыс істеу режимі кезінде: $T_{вкл}$=6000 сағ; $T_{макс}$=6000 сағ.
Онда максималды шығын уақыты:

$$\tau = (0{,}124 + Tм\cdot 10^{-4})^2\cdot 8760 = (0{,}124 + 6000\cdot 10^{-4})^2\cdot 8760 = 4592\ \ с. \qquad (3.5)$$

Трансформатордың активті қуат шығыны:

$$\Delta W = 2\cdot(\Delta P_{хх}\cdot T_{вкл} + \Delta P_{кз}\cdot\tau\cdot K_з^2),$$

$$W = 2\cdot(5{,}3\cdot 6000 + 33{,}5\cdot 4592\cdot 0{,}59^2) = 170697{,}83\ кВт\cdot сағ. \qquad (3.6)$$

3.2.2 Электр беріліс желісі (ЭБЖ) кернеуі 35 кВ

ЛЭП-тен өтетін толық қуаты:

$$S_{лэп} = \sqrt{\left(P_p + \Delta P_{тгпп}\right)^2 + Q_э^2} = \sqrt{(2530{,}7 + 34)^2 + 3416{,}4^2} = 4272\ \ кВА. \qquad (3.7)$$

Бір желіден өтетін есептеу тоғы:

$$Iр = \frac{S_{лэп}}{2\cdot\sqrt{3}\cdot Uн} = \frac{4272}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 35} = 35{,}3 A. \qquad (3.8)$$

Авариялық режимдегі ток:

$$I_а = 2\cdot I_р = 2\cdot 35{,}3 = 70{,}6\ А. \qquad (3.9)$$

Экономикалық токтың тығыздығына байланысты сым қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{Ip}{j} = \frac{35,3}{1} = 35,3 мм^2, \quad (3.10)$$

мұнда j=1 А/мм^2 экономикалық токтың тығыздығы, $T_м$=6000 сағ және алюминий сымы.

Мына сымды қабылдаймыз: АС–70/11, $I_{доп}$=265 А [6].
Берілген ток бойынша таңдалған сымды тексереміз.
Есеп айыратын тоқ бойынша:

$$I_{доп}=265A>I_р=35,3 \text{ А}.$$

Авариялық режим бойынша:

$$I_{доп\ ав}=1,3\cdot I_{доп}=1,3\cdot 265=344,5A>I_{ав}=70,6 \text{ А}. \quad (3.11)$$

ЛЭП(Электр өткізгіш желісі)-де электрэнергия шығыны:

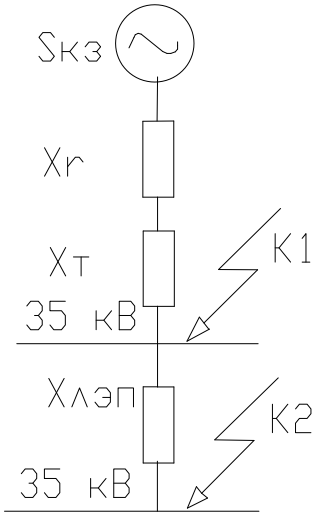
$$\Delta W_{лэп5} = 2\cdot 3\cdot Ip^2\cdot R\cdot \tau = 2\cdot 3\cdot 35,3^2\cdot 3,01\cdot 4592 = 103340138 кВт\cdot сағ, \quad (3.12)$$

$$R=r_0\cdot L= r_0=0,43\cdot 7=3,01 \text{ Ом}, \quad (3.13)$$

мұнда r_0=0,43 Ом/км – болат алюминий сымының меншікті кедергісінің қимасы 70 мм^2, l=7 км – желі ұзындығы.

3.3 Кернеуі 35 кВ-қа ажыратқыш таңдаймыз

Аспап таңдап алмас бұрын, орынбасу сұлбасын құраймыз (3.2 - сурет) және қысқа тұйықталу тоғын есептейміз:



3.2 – сурет - Орынбасу сұлбасы

$S_б$=1000 МВА; $U_б$=35кВ. $S_{кз}$=600 МВА

x_c= Sб /Sкс= 1000/600=1,66 о.е.

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \times U_н} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 35} = 16{,}5 \ \ кА; \tag{3.14}$$

$$Xл = X_0 \cdot L \cdot \frac{Sб}{Uср^2} = 0{,}4 \cdot 7 \cdot \frac{1000}{35^2} = 2{,}28 \text{ о.е}, \tag{3.15}$$

$$I_{к1} = \frac{Iб}{Xc} = \frac{16{,}5}{1{,}66} = 9{,}94 \quad kA; \tag{3.16}$$

$$i_у = \sqrt{2} \cdot Ку \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 9{,}94 = 25{,}3 \ \ кА, \tag{3.17}$$

$$I_{к2} = \frac{Iб}{Xc + Xл} = \frac{16{,}5}{1.66 + 2.28} = 4{,}18 \ \ kA, \tag{3.18}$$

$$i_у = \sqrt{2} \cdot Ку \cdot I_{к2} = \sqrt{2} \cdot 1{,}8 \cdot 4{,}18 = 10{,}6 \ \ кА, \tag{3.19}$$

$$I_{АВ} = \frac{S_{АВ}}{\sqrt{3} \times U_н} = \frac{32000}{\sqrt{3} \times 35} = 528 \ \ кА; \tag{3.20}$$

$$I_Р = \frac{S_Р}{\sqrt{3} \times U_н} = \frac{16000}{\sqrt{3} \times 35} = 264 \ \ кА. \tag{3.21}$$

В1 және В2 ажыратқыштарды таңдаймыз:

Ажыратқыш 38РМ31-20: Іном=2000 А >Іав=70,6 А; Іоткл=31,5 кА>Ік1=9,94 кА; Іпред=80 кА>іу=25,3 кА; Ітерм=31,5 (3)кА>Ік1=9,94 кА;

Айырғыш Р1-4:РВЗ-35/630УЗ: $I_{ном}$= 630А >$I_{ав}$=528А; $I_{дин}$=51кА>$i_у$=25,3 кА; $I_{терм}$=20 кА>I_{k1}=9,94кА;

Ажыратқыш В3:38РМ31-12:$I_{ном}$=1200А >$I_{ав}$=528А; $I_{откл}$=31,5кА>I_{k1}=9,94кА; $I_{пред}$=82 кА>$i_у$=25,3 кА; $I_{терм}$=31,5кА>I_{k1}=9,94 кА;

Айырғыш Р5-6: РВЗ-35/630УЗ:$I_{ном}$=630 А >$I_{ав}$=528 А; $I_{дин}$=51 кА>$i_у$=25,3 кА; $I_{терм}$=20 кА>I_{k1}=9,94 кА;

Ажыратқыш В4-5: 38РМ31-12: $I_{ном}$=1200А >$I_{ав}$=528А; $I_{откл}$=31,5кА>I_{k1}=9,94кА; $I_{пред}$=82 кА>$i_у$=25,3 кА; $I_{терм}$=31,5кА>I_{k1}=9,94 кА;

Айырғыш Р7-10: РВЗ-35/630УЗ: $I_{ном}$=630 А >$I_{ав}$=528 А; $I_{дин}$=51 кА>$i_у$=25,3 кА; $I_{терм}$=20 кА>I_{k1}=9,94 кА;

ОПН1-2: Ток кернеуінің күшеюіне шек қойғыш ОПН-110У1[1], [2], [4].

3.4 Бірінші нұсқа бойынша шығынның есеп-қисабы

Берілген нұсқа үшін қажетті инвестицияны анықтаймыз. Оларды жабдықтауға кеткен шығындар жиынтығы ретінде табамыз, электр қондырғылардың монтажына және құрылыстық шығындар, жұмысшыларға

еңбек ақы төлеу шығындары, орнатылған қондырғылардың амортизациялық шығындары, транспортқа арналған шығындар.

$$I_0^1 = И_{обор.} + И_{смр.} \tag{3.22}$$

Жабдықтауға шығындарды бsлай табамыз:

$$И_{обор.} = К_{трГПП} + К_{В1-В8} + К_{вв} + К_{лэп}. \tag{3.23}$$

2) БТҚС трансформаторына шығындар:

$$К_{ТР\ ГПП} = N \cdot К_{тр} = 2 \cdot 4{,}5 = 9\ \ млн.тенге, \tag{3.24}$$

мұнда N=2 – трансформаторлар саны;

Ктр=4,5 млн.тг – трансформатор құны.

2) Ажыратқыштардағы шығындар:

$$К_{В1-В8} = N \cdot К_{В} = 7 \cdot 1{,}5 = 10{,}5\ \ млн.тенге, \tag{3.25}$$

мұнда N=7 – ажыратқыштар саны;

КВ=1,5 млн.тг – ажыратқыш құны.

3) 35 кВ кіріспеге шығындар (РЗ, ОПН):

$$К_{вв} = N \cdot К_{ввод} = 12 \cdot 0{,}5 = 6\ \ млн.тенге, \tag{3.26}$$

мұнда N=12 – кіріспелер саны;

$К_{ввод}$=0,5 – кіріспе құны.

4) ЭБЖ 35 кВ шығындар:

$$К_{лэп} = L \cdot К_{k'g} = 7 \cdot 1{,}6875 = 11{,}8\ \ млн.тенге, \tag{3.27}$$

мұнда L=7 – желі ұзындығы, Куд=1,6875 – желіге салыстырмалы шығындар.

Осыған байланысты жабдықтауға кететін шығындардың жиынтығы мынаны құрайды:

$$И_{обор.} = 9 + 10{,}5 + 6 + 11{,}8 = 37{,}3\ \ млн.тенге.$$

Электрмен жабдықтаудың барлық схемаларындағы құрылыс–монтаждық жұмыстарға кететін шығындарды анықтау, олар мынаған тең:

$$И_{смр} = И_{зп} + И_{м} + И_{общ}. \tag{3.28}$$

Еңбек ақы төлеу инвестиция құрудың ескермеуге болмайтын бір элементі болып келеді. Негізгі мақсаты, еңбек ақы төлеу істелген жұмыстың сапасы және санына байланысты жүргізу өнімділікті жоғарлату үшін.

35/10 кВ қосалқы станциясының құрылысына, онда қуатты 16 МВА екі трансформатор орнатылған, осыған қажет жұмысшылар саны келесідей есептеледі.

ЭБЖ 35 кВ электр беру желісін салып жатқан 29 адамнан тұратын бригадаға еңбек ақыға кететін шығындар қоса есептейміз. Бір жұмысшының айлық еңбек ақысы 45000 тг, жұмыс мерзімі 2 ай.

Еңбек ақыны әлеуметтік салықты еске ала отырып, келесідей жолмен анықтаймыз.

Әлеуметтік төлем келесі формула бойынша есептеледі:

$$T = (И_{общ} - И_{общ} \cdot \frac{H_З}{100} - АЕК) \cdot \frac{H_С}{100}; \qquad (3.29)$$

мұнда $И_{общ}$- жұмыскердің жалақысы, теңге;

АЕК – айлық есептік көрсеткіш, теңге;

$Н_с$ – әлеуметтік салық нормативі, %;

$Н_з$ – жинақтаушы зейнетақы қорына төленетін төлем, %;

3.1 - кесте - Жалақыны есептеу

Жұмысшылар	Еңбек ақы тенге/ай	Адамдар саны	Құр мерзімі, ай	Шығындар жиынтығы,тенге
Құрылысшы	45000	12	2	1080000
Электромонтер	60000	10	2	1200000
Жұмысшы	55000	4	1	220000
Жүргізуші	40000	3	1	120000
Барлығы		29	5	2620000

Зейнетақы қорына төленетін төлемдер нормасы – 10% («2010 жылға Республикалық бюджет туралы» Заңмен бекітілген).

$$T_1 = (15450 - 1030 - 1545) \times 0{,}2 + (45000 - 15450 - (45000 - 15450) \times 0{,}1) \times 0{,}15 = 6564{,}25 \quad тг,$$

$$T_2 = (15450 - 1030 - 1545) \times 0{,}2 + (41200 - 15450 - (41200 - 15450) \times 0{,}1) \times 0{,}15 +$$

$$+ (60000 - 41200 - (60000 - 41200) \times 0{,}1) \times 0{,}12 = 2575 + 3476{,}25 + 6920 = 6881{,}65 \; тг,$$

$$T_3 = (15450 - 1030 - 1545) \times 0{,}2 + (41200 - 15450 - (41200 - 15450) \times 0{,}1) \times 0{,}15 +$$

$$+ (55000 - 41200 - (55000 - 41200) \times 0{,}1) \times 0{,}12 = 2575 + 3476{,}25 + 1490{,}4 = 7541{,}65 \; тг,$$

$$T_4 = (15450 - 1030 - 1545) \times 0{,}2 + (40000 - 15450 - (40000 - 15450) \times 0{,}1) \times 0{,}15 = 5889{,}25 \; тг,$$

$$T = 12 \cdot 2 \cdot 6564{,}25 + 10 \cdot 2 \cdot 6881{,}65 + 4 \cdot 1 \cdot 7541{,}65 + 3 \cdot 1 \cdot 5889{,}25 = 343009{,}35 \quad тг.$$

Қосалқы станция құрылысын жүргізіп жатқан жұмысшылар жалақысына кеткен шығындар:

$$И_{з/п} = И_{общ} + T; \qquad (3.30)$$

$$И_{з/п} = 37300000 + 343009,35 = 32143009,3\ 5 \quad тенге.$$

ЭБЖ 35 кВ электр беру желісінің құрылысын жүргізіп жатқан жұмысшылар жалақысына кеткен шығындар:

$$T = 7 \cdot 2 \cdot 5214,25 = 72999,5 \ тг,$$
$$И_{з/п} = 490000 + 72999,5 = 562999,5 \ тг.$$

35 кВ қосалқы станциясының және ЭБЖ 35 кВ желісінің құрылысы кезіндегі еңбек ақыға кететін жалпы шығындар:

$$И_{з/п} = И_{з/пп/ст} + И_{з/пл} = 32143009,35 + 562999,5 = 32706008,85 тг.$$

Жалпы өндірістік шығындар амортизациялық бөлінудің 30% құрайды, қондырғыларды жөндеуге арналған шығындар және еңбек ақыға кететін шығындар. Мына формуламен анықталады:

$$И_{общ} = 0,3 \cdot (И_{а.о.} + И_{тр} + И_{з/п}).$$

Амортизациялық бөліну жабдықтау құнынан 8% құрайды, мына формуламен табылады:

$$И_{а.о.} = 0,08 \cdot И_{обор.} = 0,08 \cdot 31,8 = 2,544 \ млн.тг.$$

Сонымен қатар қондырғыларды жөндеуге кететін шығындарды ескеру қажет, ол амортизациялық бөлінуден 30% құрайды:

$$И_{тр.} = 0,3 \cdot И_{а.о..} = 0,3 \cdot 2,544 = 0,7632 \text{ млн}.тг.$$

Материялдық шығындарды анықтаймыз, ол жабдықтау құнынан 15% құрайды:

$$И_{м} = 0,15 \cdot И_{обор.} = 0,15 \cdot 31,8 = 4,77 \text{ млн}.тг$$

Жалпы шығындар мынаны құрайды:

$$И_{общ} = 0,3 \cdot (И_{а.о} + И_{тр} + И_{з/п}) = 0,3 \cdot (2,544 + 0,7632 + 4,77) = 8\ 077200\ тг.$$

Құрылысты – монтажды жұмыстарға арналған шығындарды анықтау:

$$И_{смр} = И_{зп} + И_{м} + И_{общ} = 32706008,8\ 5 + 4770000 + 8077200 = 45553208,8\ 5 тг.$$

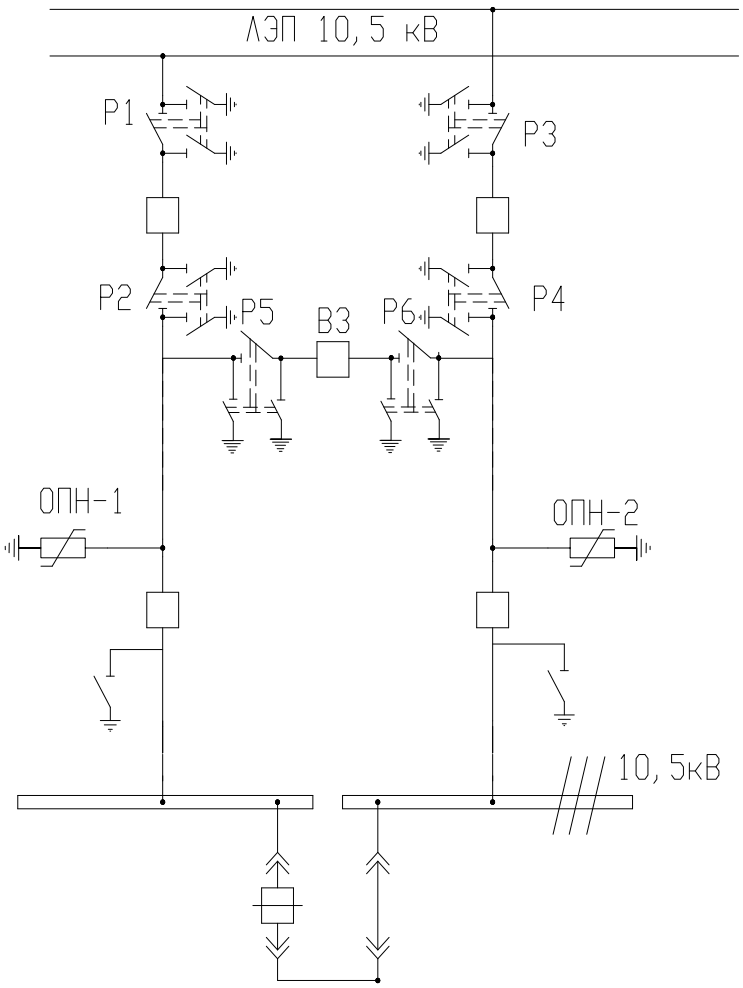
Бірінші вариант бойынша толық инвестиция жиынтығы мынаны құрайды:

$$I_0^{\ 1} = И_{обор.} + И_{смр.} = 31800000 + 45553208,85 = 77353208,85\ \ тг.$$

3.5 Екінші нұсқа

3.5.1 ЭБЖ кернеуі 10,5 кВ

Екінші нұсқа электржабдықтау сұлбасы 2.4-суретте көрсетілген.



3.3 – сурет - Екінші нұсқа электржабдықтау сұлбасы

Екінші нұсқа бойынша электрқондырғы таңдаймыз.
ЭБЖ-нен өтетін толық қуаты:

$$S = \sqrt{Pp^2 + Qэ^2} = \sqrt{2530,5^2 + 3416,4^2} = 4251,5\ \ кВА. \qquad (3.31)$$

Бір желіден өтетін есеп-айыру тогы:

$$Ip = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot Uн} = \frac{4251,5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 117 \ \ A. \qquad (3.32)$$

Авариялық режимдегі ток:

$$I_а = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 117 = 234 \text{ А}. \qquad (3.33)$$

Тоқтың экономикалық тығыздығына байланысты сым қималарын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_р}{j} = \frac{117}{1} = 117 мм^2. \qquad (3.34)$$

мұнда j=1 А/мм^2 тоқтың экономикалық тығыздығы, $T_м$=6000 сағ және алюминий сымдарда.

Тоқ өткізгішті қабылдаймыз: АС –70/11, $I_{доп}$=265А [6].
Берілген токтарды таңдалған сымдармен тексереміз:
Есеп-айыру тоғында:

$$I_{доп}=256 \text{ А} > I_р=117 \text{ А}$$

Авариялық режимде:

$$I_{доп\ ав}=1,3xI_{доп}=1,3x256=332,8 \text{ А} > I_{ав}=234 \text{ А} \qquad (3.35)$$

ЭБЖ электрэнергия шығыны:

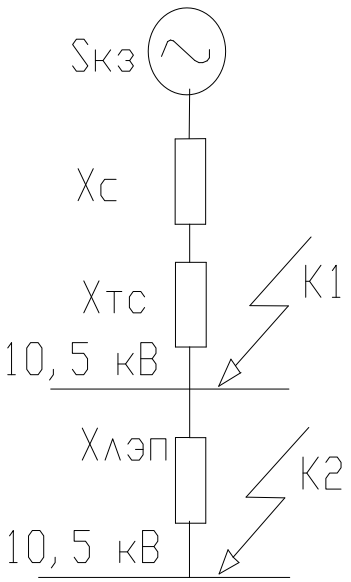
$$\Delta W_{лэп} = 2 \cdot 3 \cdot I_р^{\ 2} \cdot R \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 117^2 \cdot 2 \cdot 4592 = 754318656 \quad кВт \cdot сағ \qquad (3.36)$$

$$R=r_0 \cdot L=4,8 \cdot 0,43=2 \text{ Ом}. \qquad (3.37)$$

мұнда r_0=0,43 Ом/км-болат алюминий сымдарының меншікті кедергісі сымдарының қимасы 70 мм^2, l=4,8 км – желі ұзындығы.

3.6 Кернеуі 10,5 кВ-қа ажыратқыш таңдау

Аспап таңдап алмас бұрын, орынбасу сұлбасын құраймыз (3.4 - сурет) және қысқа тұйықталу тоғын есептейміз:



3.4 – сурет - Орынбасу сұлбасы

$S_б$=1000 МВА; $U_б$=10,5 кВ; $S_{кз}$=400 МВА;x_c=1000/400=2,5

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \times U_н} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10,5} = 55 \quad кА. \tag{3.38}$$

Энергожүйе трансформаторларының кедергілерін анықтау:

$$Xл = X_0 \cdot L \cdot \frac{Sб}{Uср^2} = 0,4 \cdot 4,8 \cdot \frac{1000}{10,5^2} = 17,4 \text{ о.е}, \tag{3.39}$$

$$I_{к1} = \frac{Iб}{Xc} = \frac{55}{2,5} = 22 \quad kA; \tag{3.40}$$

$$i_у = \sqrt{2} \cdot Ку \cdot I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 22 = 56 \quad кА; \tag{3.41}$$

$$I_{к2} = \frac{Iб}{Xc + Xл} = \frac{55}{2,5 + 17,4} = 2,7 \quad kA; \tag{3.42}$$

$$i_у = \sqrt{2} \cdot Ку \cdot I_{к2} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,7 = 6,8 \quad кА; \tag{3.43}$$

$$I_{АВ} = \frac{S_{АВ}}{\sqrt{3} \times U_н} = \frac{32000}{\sqrt{3} \times 10,5} = 1759,5 \quad кА; \tag{3.44}$$

$$I_P = \frac{S_P}{\sqrt{3} \times U_н} = \frac{16000}{\sqrt{3} \times 10,5} = 880 \quad кА. \qquad (3.45)$$

В1 және В2 ажыратқыштарды таңдаймыз :

Ажыратқыш ВВЭ-10-31,5/2000 УЗ: Іном=2000 А >Іав=1759,5 А; Іоткл=31,5 кА>Ik1=22 кА; Іпред=80 кА>іу=56 кА; Ітерм=31,5 (3)кА>Ik1=22 кА;

Айырғыш Р1-4: РВРЗ-Ш-10/2000 УЗ: $I_{ном}$=2000 А >$I_{ав}$=1759,5 А; $I_{дин}$=85 кА>$i_у$=56 кА ; $I_{терм}$=31,5 кА>I_{k1}=22 кА;

Ажыратқыш В3: ВВЭ-10-31,5/2000 УЗ Іном=2000 А >Іав=1759,5 А; Іоткл=31,5 кА>Ik1=22 кА; Іпред=80 кА>іу=56 кА; Ітерм=31,5 (3)кА>Ik1=22 кА;

Айырғыш Р5-6: РВРЗ-Ш-10/2000 УЗ $I_{ном}$=2000 А >$I_{ав}$=1759,5 А; $I_{дин}$=85 кА>$i_у$=56 кА ; $I_{терм}$=31,5 кА>I_{k1}=22 кА;

Ажыратқыш В4-В5:ВВЭ-10-31,5/2000 УЗ Іном=2000 А >Іав=1759,5 А; Іоткл=31,5 кА>Ik1=22 кА; Іпред=80 кА>іу=56 кА; Ітерм=31,5 (3)кА>Ik1=22 кА

Ажыратқыш ВВЭ-10-31,5/2000 УЗ Іном=2000 А >Іав=1759,5 А; Іоткл=31,5 кА>Ik1=22 кА;Іпред=80 кА>іу=56 кА; Ітерм=31,5 (3)кА>Ik1=22 кА

ОПН1-2: Ток кернеуінің күшеюіне шек қойғыш ОПН-110У1[1], [2], [4].

3.7 Екінші нұсқа бойынша шығынның есеп-қисабы

Берілген нұсқа үшін қажетті инвестицияны анықтаймыз. Оларды жабдықтауға кеткен шығындар жиынтығы ретінде табамыз, электр қондырғылардың монтажына және құрылыстық шығындар, жұмысшыларға еңбек ақы төлеу шығындары, орнатылған қондырғылардың амортизациялық шығындары, транспортқа арналған шығындар:

$$I_0^2 = И_{обор.} + И_{смр.}$$

1) ЭБЖ 10,5 кВ арналған шығындар:

$$К_{ЛЭП} = 2 \cdot 3 \cdot Куд \cdot L = 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 4,8 = 28,8 \quad млн.тг,$$

мұнда L=4,8–желінің ұзындығы,

Куд=1–желіге кететін салыстырмалы шығын.

2) В1, В2 ажыратқыштарына шығындар:

$$К_{В1,В2} = N \cdot Кв \cdot \gamma_2 = 2 \cdot 555000 \cdot 0,2 = 222000 \quad тг,$$

мұнда N=2–ажыратқыштар саны,

КВ=555000 – ажыратқыш құны.

3) В4, В5 ажыратқыштарына шығындар:

$$К_{В4,В5} = N \times К_В = 2 \times 555000 = 1110000 \quad тг,$$

мұнда N=2 – ажыратқыштар саны,

КВ=555000 – ажыратқыш құны.

3) 10,5 кВ кіріспеге шығындар (РЗ, ОПН):

$$K_{вв} = N \cdot K_{ввод} = 2 \cdot 247500 = 495000 \ \ тг,$$

мұнда N=2 – кіріспелер саны;

$К_{ввод}$=247500 – кіріспе құны.

2) В3 ажыратқышына шығындар:

$$K_{B3} = \gamma_3 \times K_B = 0{,}14 \times 555000 = 77700 \ \ тг,$$

мұнда КВ=555000 – ажыратқыш құны.

Осыған байланысты жабдықтауға кететін шығындардың жиынтығы мынаны құрайды:

$$И_{обор.} = K_{лэп} + K_{B1,B2} + K_{B4,B5} + K_{ввода} + K_{B3} =$$
$$= 28800000 + 22000 + 110000 + 1295000 + 7700 = 30234700 \ тг.$$

Электрмен жабдықтаудың барлық схемаларындағы құрылыс – монтаждық жұмыстарға кететін шығындарды анықтау, олар мынаған тең:

$$И_{смр} = И_{ЗП.} + И_{М.} + И_{ОБЩ.}$$

ЭБЖ 10,5 кВ электр беру желісіннің құрылысын жүргізіп жатқан жұмысшылар еңбек ақысына шығындар бірінші вариантағы шығындарға ұқсас, және мынаны құрайды:

$$И_{з/п} = И_{з/пп/ст} + И_{з/пл} = 26143009{,}3 + 562999{,}5 = 26706008{,}85 \text{ тг.}$$

Амортизациялық бөлінуді табамыз:

$$И_{а.о.} = 0{,}08 \cdot И_{обор.} = 0{,}08 \cdot 30234700 = 2{,}418776 \ \ млн.тг.$$

Қондырғылар жөндеуге кететін шығындар:

$$И_{тр.} = 0{,}3 \cdot И_{а.о..} = 0{,}3 \cdot 2{,}418776 = 725632{,}8 \ \ тг.$$

Материялдық шығындарды анықтаймыз, ол жабдықтау құнының 15% құрайды:

$$И_{М} = 0,15 \times И_{обор.} = 0,15 \times 30234700 = 4,535205 \ млнтг.$$

Жалпы шығындар мынаны құрайды:

$$И_{общ} = 0,3 \times (И_{а.о.} + И_{тр} + И_{з/п}) = 0,3 \times (2418776 + 725632,8 + 26706008,85) = 8955125,3 тг.$$

Құрылысты – монтажды жұмыстарға арналған шығындарды анықтау:

$$И_{СМР} = И_{ЗП} + И_{М} + И_{ОБЩ} = 26706008,8\ 5 + 4535205 + 8955125,3 = 40196339,1\ 5 тг.$$

Екінші вариант бойынша толық инвестиция жиынтығы мынаны құрайды:

$$I_0^2 = И_{обор.} + И_{смр} = 30234700 + 40196339,15 = 70431039,15 тг.$$

Қорытындылай келгенде, жүргізілген есептеулерден, жобаны жүзеге асыру үшін қажетті инвестициялар көлемі:

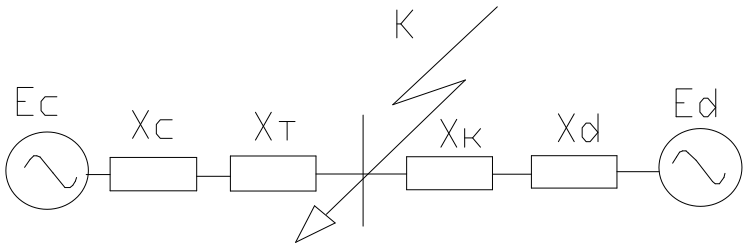
Бірінші нұсқа 77353208,85 тенге,

Екінші нұсқа 70431039,15 тенге.

Эканомикалық есептеулер нәтижесінде көрсетілгендей арзан, сенімділігі жоғары, берік 2-нұсқаны таңдаймын.

3.8 Кернеуі 10,5 кВ-ті жабдықтарды таңдау

3.8.1 Шинадағы қысқа тұйықталу тоғын есептеу



3.6 - сурет - Орынбасу сұлбасы

Орынбасу сұлбасының параметрлерін табамыз.

$S_б$=1000 МВА; $U_б$=10,5 кВ; $S_{кз}$=400 МВА

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \times U_н} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10,5} = 55 \ кА; \quad (3.46)$$

$$x_c = 1000/400 = 2,5 \text{ о.е.}, \quad (3.47)$$

$$Xт = \frac{Uk \cdot Sб}{100 \cdot Sn} = \frac{1000 \cdot 8}{100 \cdot 10,5} = 7,6 \ \ о.е. \qquad (3.48)$$

ЖЭО-дан шинаға дейінгі қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{кс} = \frac{Iб}{Xс + Xт} = \frac{54,98}{2,5 + 7,6} = 5,4 \ \ кА. \qquad (3.49)$$

Шинадағы қысқа тұйықталу тоғы:

$$I_{к} = I_{кс} = 5,4 \ \ кА, \qquad (3.50)$$

$$iу = \sqrt{2} \cdot Ку \cdot I_{к} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 5,4 = 13,7 \ \ кА. \qquad (3.51)$$

2.9.2 Ажыратқыш таңдау

$Sp = 4095,3 \ \ кВА$

Есеп-айыру ток:

$$I_{р} = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot Uн} = \frac{4095,3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 112,6 \ \ А. \qquad (3.52)$$

Авариялық ток:

$$I_{а}=2 \cdot I_{р}=2 \cdot 112,6=225 \ А. \qquad (3.53)$$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВВЭ-10-20/630УЗ
Таңдалған ажыратқышты тексереміз (2.9-кесте):

3.2 - кесте - Ажыратқаштың техникалық сипаттамасы

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
$U_{н}$=10 кВ	$U_{н}$=10 кВ
$I_{н}$=630А	$I_{ав}$=225 А
$I_{откл}$=20 кА	$I_{кз}$=5,4кА
$I_{терм}$=20 кА	$I_{кз}$=5,4кА
$I_{дин}$=52 кА	$I_{у}$=13,7 кА

Секциялық ажыратқыш арқылы қуаттың жартысы өтеді. Демек, ажыратқыш арқылы өтетін есептік тоғы

$$I_{р}=112,6 \ А$$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз ВВЭ-10-20/630УЗ
Таңдалған ажыратқышты тексереміз (3.3 - кесте):

3.3 - кесте - Ажыратқаштың техникалық сипаттамасы

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
$U_н$=10 кВ	$U_н$=10 кВ
$I_н$=630А	$I_{ав}$=225 А
$I_{откл}$=20 кА	$I_{кз}$=5,4кА
$I_{терм}$=20 кА	$I_{кз}$=5,4кА
$I_{дин}$=52 кА	$I_у$=13,7 кА

3.9 Алыстатылған желілердегі ажыратқышты таңдау

Кернеуі 10,5 кВ шина мен ТП 1-3 магистралі.

$$Sp = \sqrt{(P_Р + \Delta P_Т)^2 + (Q_Р + \Delta Q_Т)^2}\ ; \quad (3.54)$$

$$Sp = \sqrt{(1354{,}8 + 29{,}8)^2 + (203{,}6 + 104{,}1)^2} = 1418{,}3\ \textit{кВА};$$

$$I_р = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_Н} = \frac{1418{,}3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10{,}5} = 39\ \text{А}. \quad .(3.55)$$

Авариялық ток:

$$I_{ав}=2 \cdot I_р=2 \cdot 39=78\ \text{А}. \quad (3.56)$$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз:ВММ-10-400-10У2
Таңдалған ажыратқышты тексереміз (3.4 - кесте):

3.4 - кесте - Ажыратқаштың техникалық сипаттамасы

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
Uн=10 кВ	Uн=10 кВ
Iн=400 А	$I_{ав}$=78 А
Iоткл=40 кА	$I_{кз}$=5,4кА
Iтерм=4 кА	$I_{кз}$=5,4 кА
Iдин=25 кА	$I_у$=13,7 кА

Кернеуі 10,5 кВ шина мен ТП 4-7 магистралі

$$Sp = \sqrt{(P_Р + \Delta P_Т)^2 + (Q_Р + \Delta Q_Т)^2}\ ; \quad (3.57)$$

$$Sp = \sqrt{(2530,5 + 41,7)^2 + (100,35 + 145,7)^2} = 2584 \ \ кВА \ ; \quad (3.58)$$

$$I_р = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_Н} = \frac{2584}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 71 \ \ А. \quad (3.59)$$

Авариялық ток:

$$I_а = 2 \cdot I_р = 2 \cdot 71 = 142 \ А. \quad (3.60)$$

Мына ажыратқышты қабылдаймыз: ВММ-10-400-10У2
Таңдалған ажыратқышты тексереміз (3.5 - кесте):

3.5 - кесте - Ажыратқаштың техникалық сипаттамасы

Паспортты берілулер	Есептік берілулер
Uн=10 кВ	U=10 кВ
Iн=400 А	Iав=142 А
Iоткл=40 кА	Iкз=5,4 кА
Iтерм=4 кА	Iкз=5,4 кА
Iдин=25 кА	Iу=13,7 кА

3.10 Алыстатылған жүктемелерге кабель таңдау

Кабель таңдау шарттары:

$$S_{эк} = \frac{I_P}{J_{эк}}; \quad (3.61)$$

$$I_р < I_{доп}$$
$$I_{ав} < 1.3 \cdot I_{доп} \ , \quad (3.62)$$

$$S_{ТЕРМ} = 12 \cdot 5.4 \cdot \sqrt{0,8} = 58 \ \ мм^2. \quad (3.63)$$

мұнда J=1,2 А/мм^2 тоқтың экономикалық тығыздығы.

Кернеуі 10,5 кВ шина мен ТП1-3:

$$S_{эк} = \frac{39}{1,2} = 32,5 \ \ мм^2; \quad (3.64)$$

ААШв-10-(3х35) кабелін қабылдаймыз [6]: $I_{доп}$=130 А.

$I_{доп}$=130·0,9=117 А >$I_р$=39 А, (3.65)
1,3×$I_{доп}$=1,3х130=169 А >$I_{ав}$=78 А. (3.66)

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

Кернеуі 10,5 кВ шина мен ТП4-7:

$$S_{эк} = \frac{71}{1,2} = 59,2 \ \ мм^2; \quad (3.67)$$

ААШв-10-(3х70) кабелін қабылдаймыз [6]: $I_{доп}$=190 А.

$I_{доп}$=190 ·0,9=171 А >$I_р$=71 А, (3.68)
1,3· $I_{доп}$ =1,3х190=247 А >$I_{ав}$=142 А. (3.69)

мұндағы Кп=0,9 – бір траншеяда салынған кабелдер санына байланысты түзету коэффициенті; N=2.

3.6 - кесте - Кабель журналы

Учаскенің атаулары	$S_р$, кВА	N	$К_п$	Жүктеме		Тоқ бойынша экон.тығ., мм^2		ҚТ тоғы бойынша. мм^2		Таңдалған кабель	$I_{доп}$, А
				$I_р$, А	$I_{ав}$, А	$j_э$	$F_э$, мм^2	$I_к$, кА	S, мм^2		
Шина-ТП1-3	1418,3	2	0,9	39	78	1,2	32,5	5,4	46	ААШв-10-(3×35)	130
Шина-ТП4-7	2584	2	0,9	71	142	1,2	59,2	5,4	46	ААШв-10-(3×70)	190

3.11 ТП-ғы жүктеме ажыратқышын таңдау

$$I_р = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 22 \ \ А. \quad (3.70)$$

Мына автоматты ажыратқышты таңдаймын: ВА04-36 $I_{доп}$=100 А.

3.12 ТП-ға автоматтық ажыратқышты таңдау

$$I_p = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 607,7 \text{ А.} \quad (3.71)$$

Мына автоматты ажыратқышты таңдаймын: ВА51-39 $I_{доп}$=1020 А [

3.13 Ток трансформаторын таңдау

Келесі шартпен ток трансформаторы таңдалады:

1. құрылғының кернеуі бойынша: $U_{ном\ тт} \geq U_{ном\ уст\text{-}ки}$;
2. тогы бойынша: $I_{ном\ тт} \geq I_{расч}$;
3. электродинамикалық беріктілік бойынша:
4. екіншілік жүктеме бойынша: $S_{н2} \geq S_{нагр\ расч}$;
5. термиялық беріктілік бойынша: $I_т^2 t_т > Вк$;
6. конструкциялық және дәлдік класы бойынша.

3.13.1 Кернеуі 10,5 кВ шина мен ТП1-3 желісіндегі ток трансформаторы

Кірістегі және секциялық ажыратқыштардағы ток трансформаторын таңдау 3.7-кестеде көрсетілген.

3.7 - кесте - Кірістегі және секциялық ажыратқыштардағы ток трансформаторының техникалық сипаттамасы

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

Ток тансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз. Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен, жалғайтын сымдардың және контактіден өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к\text{-}тов}. \quad (3.72)$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad (3.73)$$

$$r_{2н} = \frac{S_{2нтт}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0{,}8 \text{ Ом}, \quad (3.74)$$

мұнда $S_{приб.}$–аспап қоректенетін қуат,

I_2–аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 0{,}8 - 0{,}26 - 0{,}1 = 0{,}44 \ Ом, \quad (3.75)$$

$$F_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} = \frac{0{,}028 \times 5}{0{,}44} = 0{,}32 \text{ мм}^2. \quad (3.76)$$

АКР ТВ; F=1,5мм^2 сымын қабылдаймыз [6].

$$R_{пров} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0{,}028 \times 5}{1{,}5} = 0{,}093 \text{ Ом}; \quad (3.77)$$

$$R_2 = R_{приб} + R_{пров} + R_{к\text{-}тов} = 0{,}26 + 0{,}093 + 0{,}1 = 0{,}45 \text{ Ом}, \quad (3.78)$$

$$Вк = Iкз^2 \times (tотк + Та) = 5{,}4^2 \times (0{,}095 + 0{,}04) = 4 \text{ кА}^2\text{с}. \quad (3.79)$$

ТПЛК-10 У3 ток трансформаторын қабылдаймыз (3.8 - кесте) [4].

3.8 - кесте - ТПЛК-10 У3 ток трансформаторынның техникалық сипаттамасы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_н$=10 кВ	$U_н$=6 кВ
$I_{ав}$=225 А	$I_н$=300А
Вк=5 кА^{2}с	$I_т^2 t_т$=306 кА^{2}с
$i_{уд}$=15,5 кА	$I_{дин}$= 52 кА
$Z_{2Р}$=0.45Ом	$Z_{2Н}$=0,6 Ом

3.13.2 Кернеуі 10,5 кВ шина мен ТП4-7 желісіндегі ток трансформаторы

3.9 -кесте - Кірістегі және секциялық ажыратқыштардағы ток трансформаторының техникалық сипаттамасы

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

Ток тансформатордың шығысындағы жүктемесін есептейміз. Шықпалық жүктеменің кедергісі, аспап кедергілерінен,жалғайтын сымдардың және контактідің өтетін кедергілерінен тұрады:

$$R_2=R_{приб}+R_{пров}+R_{к\text{-}тов} \quad (3.80)$$

Аспаптардың кедергілері мына формуламен анықталады:

$$r_{приб}=\frac{S_{приб}}{I_2^2}=\frac{6,5}{5^2}=0,26\ Ом; \quad (3.81)$$

$$r_{2н}=\frac{S_{2н\,тт}}{I_2^2}=\frac{20}{5^2}=0,8\ Ом, \quad (3.82)$$

мұнда $S_{приб.}$ – аспап қоректенетін қуат,

I_2 – аспаптың екінші номинал тоғы.

Сым кедергілері:

$$r_{доппр}=r_{2н}-r_{приб}-r_{кон}=0,8-0,26-0,1=0,44\ \ Ом, \quad (3.83)$$

$$F_{пров}=\frac{\rho\times L}{r_{доп}}=\frac{0,028\times 5}{0,44}=0,32\ мм^2. \quad (3.84)$$

АКР ТВ; F=1,5 мм^2 сымын қабылдаймыз [6]

$$R_{пров}=\frac{\rho\times L}{F}=\frac{0,028\times 5}{1,5}=0,093\ Ом; \quad (3.85)$$

$$R_2=R_{приб}+R_{пров}+R_{к\text{-}тов}=0,26+0,093+0,1=0,45\ Ом, \quad (3.86)$$

$$Вк=Iкз^2\times(tотк+Та)=5,4^2\times(0,095+0,04)=4\ кА^2с. \quad (3.87)$$

ТЛМ-10-У3 Тоқ трансформаторын қабылдаймыз [4]

3.10 - кесте - ТЛМ-10-У3 Тоқ трансформаторының техникалық сипаттамасы

Есеп айыру шамалары	Каталогы бойынша
$U_н$=10 кВ	$U_н$=10 кВ
$I_{ав}$=225 А	$I_н$=300А
Вк=5 кА^{2}с	$I_т^2t_т$=306 кА^{2}с

3.10 кестенің жалғасы

$i_{уд}$=15,5 кА	$I_{дин}$= 52 кА
$Z_{2Р}$=0.45Ом	$Z_{2Н}$=0,6 Ом

3.14 Кернеу трансформаторын таңдау

Кернеу трансформаторы келесі шарттарға сәйкес таңдалады:
1) құрылғының кернеуі бойынша: $U_{ном} \geq U_{уст}$;
2) екіншілік жүктеме бойынша: $S_{ном2} \geq S_{2расч}$;
3) дәлдік класы бойынша
4) құрылымдық және байланысу сұлбасы бойынша

3.11-кесте - Кернеу трансформаторынның техникалық сипаттамасы

Аспап	Түрі	$S_{орама}$, ВА	Орам саны	Cosφ	sinφ	Аспап саны	$P_{жалпы}$, Вт	$Q_{□}$, кВАр
V	Э-335	3	1	1	0	1	3	-
W	Д-335	2.5	2	0.4	0.93	6	12	23
Var	И-335	2.5	2	0.4	0.93	6	12	23
Wh	СА3-И681	2	2	0.4	0.93	6	9	27
Varh	СР4-И689	2	2	0.4	0.93	6	9	27
Жинағы							45	100

Есептік екіншілік жүктеме:

$$S_{2р} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{45^2 + 100^2} = 110\,ВА. \qquad (3.88)$$

НТМК-10У4 кернеу трансформаторын таңдаймыз [4].

3.12-кесте - НТМК-10У4 кернеу трансформаторының техникалық сипаттамасы

Каталог бойынша	Есептік мән бойынша
$U_{н\,т}$=10 кВ	$U_{т}$=10 кВ
$S_{н\,2}$=120 кВА	$S_{р\,2}$=110 ВА

4 Электр қауіпсіздік ережелері

4.1 Электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы

1. Жалпы ережелер:

1. Электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидалары (бұдан әрі-қағидалар) "Электр энергетикасы туралы" Қазақстан Республикасының 2004 жылғы 9 шілдедегі Заңының 5-бабының 17) тармақшасына сәйкес әзірленді және электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы тәртібін айқындайды.

2. Осы қағидалар Қазақстан Республикасының қолданыстағы және қайта жаңартылатын электр станцияларының, электр және жылу желілерінің электр қондырғыларын пайдалануға, жөндеуге, монтаждауға, ретке келтіруге және сынауға байланысты персоналға қолданылады.

3. Осы Ережеде мынадай негізгі ұғымдар пайдаланылады:

1) Рұқсат тобы II, III және өзгелері бар қызметкер – электр қауіпсіздігі бойынша рұқсат тобы II, III және өзгелері бар қызметкер;

2) бастапқы рұқсат беру – бірінші рет жүзеге асырылатын наряд немесе өкім бойынша жұмысқа рұқсат беру;

3) авариялық дайындық - жөндеуді жалғастыру тұтынушыларды шектеуге (ажыратуға) немесе энергия объектісінің (электр станциясының, қосалқы станцияның), энергия жүйесінің (бірлестіктің) жұмыс сенімділігінің күрт төмендеуіне әкеп соғуы мүмкін жағдайларда жабдықтың немесе электр беру желілерінің (бұдан әрі - ЭБЖ) жұмыс жағдайын қалпына келтіру үшін қажетті уақыт.);

4) әкімшілік-техникалық персонал – бірлестіктердің, кәсіпорындардың, цехтардың, зертханалардың, аудандар мен электр желілері учаскелерінің басшылары, қызметтері мен бөлімдерінің бастықтары, аталған адамдардың орынбасарлары, сондай-ақ әкімшілік функциялар жүктелген мамандар;

5) тума кернеудегі әуе желісі-барлық ұзындығы бойынша немесе жалпы ұзындығы 110 килоВольт (бұдан әрі – кВ) және одан жоғары басқа ӘЖ осінен арақашықтықта 2 километрден кем емес жеке учаскелерде өтетін әуе желісі (бұдан әрі – ӘЖ) және әуе байланыс желісі (бұдан әрі – ӘЖ), м:

110 кВ ӘЖ үшін-100;

220 кВ ӘЖ үшін-150;

500 кВ – 200 ӘЖ үшін;

1150 кВ ӘЖ үшін-250;

6) жоғарыға өрмелеу жұмыстары – жер бетінен 2 метрден (бұдан әрі – м) астам биіктікте орындалатын, олардың үстіндегі конструкциялармен немесе жабдықтармен оларды монтаждау немесе жөндеу кезінде тікелей жұмыстар жүргізілетін жабынды немесе жұмыс төсемінің жұмыстары.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс құбыр зауытының электрмен жабдықтауды жобалауға арналған. Жұмыста келесідей негізгі нәтижелер алынды. Электрқабылдағыштардың берілген саны мен қуаты бойынша зауыттағы барлық цехтардың жүктемесі есептелді. Бұл есептеулер нәтижесі бойынша, және жобаның бастапқы берулері бойынша заводтың 0,4 кВ кернеулі жүктемесі анықталды. ТМН-400-10/0,4 типті 12 цех трансформаторлары таңдалды. Сонымен қатар 0,4 кВ кернеулі шиналарындағы реактивті қуаттын компенсациясы УКБН-0,38-150УЗ типті конденсаторлар батареясы көмегімен жасалды.

Жұмыста зауыттың сыртқы электрмен жабдықтауының екі түрлі схемасы қарастырылған. Осылардан экономикалық және техникалық жағынан қарағанда ең орындысы таңдалған, бұл зауыттың қоректендірудің екінші варианты болып келеді, мұнда электр энергиясы ЖЭО-дан кернеуі 10,5 кВ бойынша беріледі. Экономикалық бөлімде көрсетілген бизнес – жоспарға байланысты, осы вариантқа арналған инвестициялар 70,431 млн. тенге құрайды. Электрмен жабдықтау жобасының өзін өзі ақтау уақытты 15% қарызды еске ала отырғанда 5 жылға тең. Қабылданған нұсқа үшін келесідей жоғарғы вольтты қондырғылар таңдалған: кіріспе ажыратқыштар; секциялық ажыратқыштар; жүктемені ажыратқыштар; шығатын желіні ажыратқыштар, сонымен қатар осыларға арналған күштік кабельдер. Өлшеу құралдары, тоқ және кернеу трансформаторлары таңдалған.

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.: Главгосэнегронадзор России, 1998. – 607 с.

12 Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения - М.: Высшая школа, 1985. – 420 с.

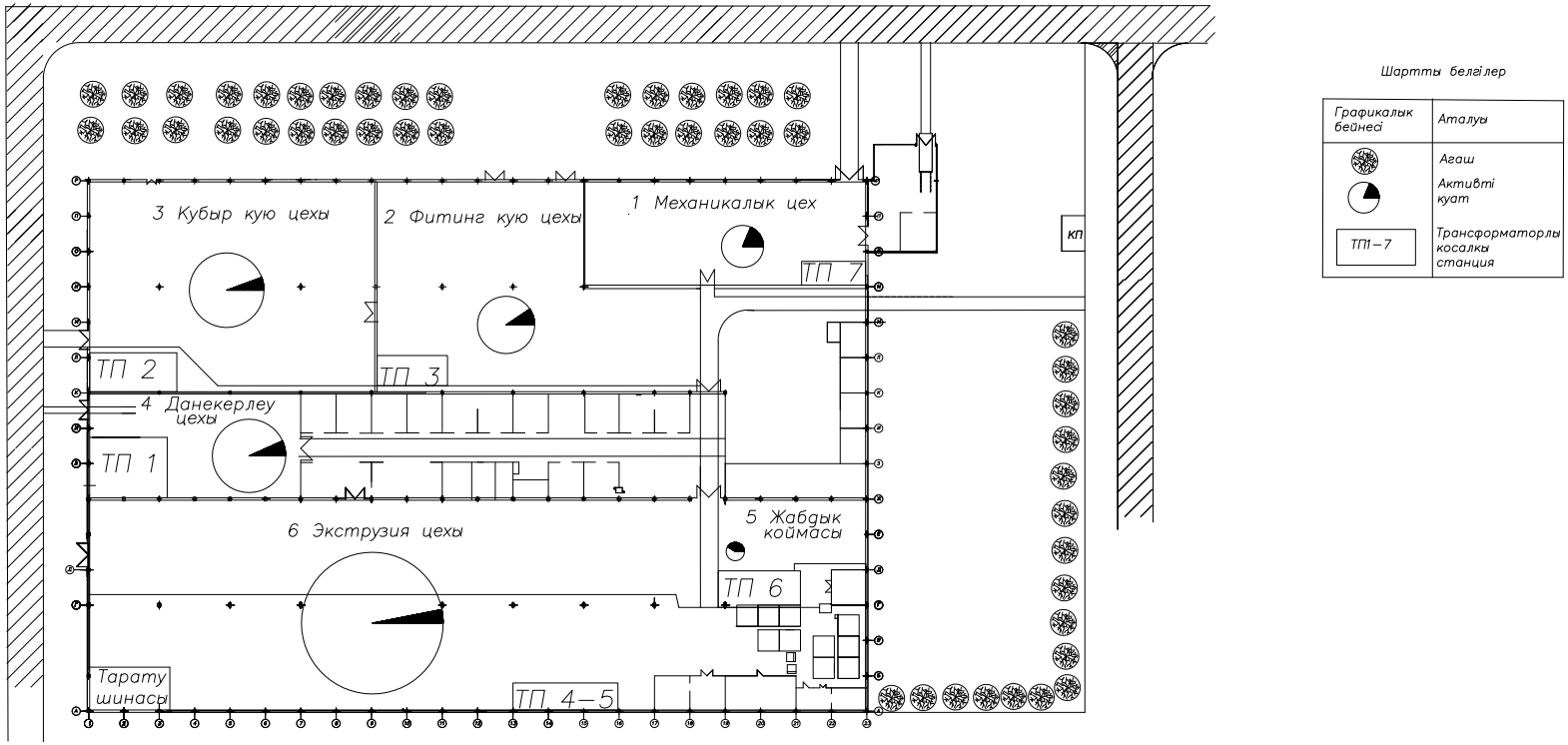
13 Чернобровов Н.В. Релейная защита. Учебное пособие. - М.: Энергия, 1989. – 745 с.

14 Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987. -386 с.

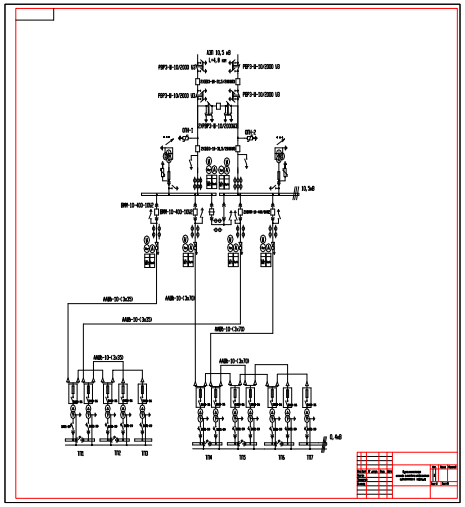
15 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448с., ил.

16 Афанасьев Е.И., Скобилев В.М. Источники света и пускорегулирующая аппаратура. 2-е изд. перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1987. 301 с.

17 Айзенберг Ю.Б. Световые приборы.- М.: Энергия, 1986. - 464 с.



1.1 - сурет – Зауыттың бас жоспары



1.2 - сурет – Зауыттың бірсызықтық сұлбасы