ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

Кишкенебаев Мусабек Пиржанович

# Кәсіпорында реактивті қуатты қарымталау

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**
Кафедра меңгерушісі
PhD, ассистент-профессор
_____Сарсенбаев Е.А.
«29» мамыр 2020 ж.

# ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Кәсіпорында реактивті қуатты қарымталау»

5В071800 – «Электр энергетикасы мамандығы бойынша»

Орындаған: Кишкенебаев М.П.

Ғылыми жетекші
PhD докторы, ассистент-профессор
_____ Сарсенбаев Е.А.
«29» мамыр 2020ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

5В071700 – «Электр энергетикасы» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**
Кафедра меңгерушісі
PhD, ассистент-профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«27» қаңтар 2020 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға**
**ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Кишкенебаев Мусабек Пиржанович*
Тақырыбы *«Кәсіпорында реактивті қуатты қарымталау»*.
Университет ректорының *2020 ж. «27» қаңтарындағы №. 762-6,* бұйрығымен бекітілген.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«1» маусым 2020 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер:
- *Өндіріс орын кешені– «ЖШС Росспрокат метал құбыр зауыты»;*
- *ғимартың құрылыс көлемі-10780 м*$^2$
- *Өндіріс орыннының тұтыну қуаты-* $S_{ес}$ *-1435 кВА*.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:
*а ) Реактивті қуат түсінігі, азайту шаралары;*
*б ) Өндіріс орыннының тұтыну жүктемелерін талдау;*
*в ) Компенсаторлық құрылғылар таңдау;*
*г ) Ішкі және сыртқы электрмен жабдықтау схемасын қайта құру*.
Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау.*
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: *11 атау.*

Дипломдық жұмысты дайындау

**КЕСТЕСІ**

| Бөлімдер атауы,қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері | Ескерту |
|---|---|---|
| Реактивті қуат түсінігі, азайту шаралары | 2.03.2020 | жоқ |
| ЖШС Росспрокат метал құбыр зауытының жүктемелерін талдау | 23.03.2020 | жоқ |
| Компенсаторлық жабдықтарды таңдау | 13.04.2020 | жоқ |
| Ішкі және сыртқы электрмен жабдықтау схемасын қайта құру | 27.04.2020 | жоқ |

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
**қолтаңбалары**

| Бөлімдер атауы | Ғылыми жетекші, кеңесшілер | Қол қойылған күні | Қолы |
|---|---|---|---|
| Негізгі бөлім | Е.А. Сарсенбаев PhD, ассистент-профессор | 20.05.2020 | |
| Технологиялық және есептік бөлім | Е.А. Сарсенбаев PhD, ассистент-профессор | 22.05.2020 | |
| Норма бақылау | А.О. Бердибеков, сениор-лектор | 27.05.2020 | |

Ғылыми жетекшісі _____ / Е.А. Сарсенбаев/

Тапсырманы орындауға алған студент _____ /М.П. Кишкенебаев/

Күні «20» қаңтар 2020 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тақырыбы Өндіріс орындарындағы реактивті қуатты компенсациялау деп аталады. Тақырыпка сәйкес негізгі бөлімде реактивті куат түсінігі, оны азайту шаралары, компенсация түрлері,орнату схемалары, колдану барысындағы киындықтар туралы жалпы әдеби шолу жасалды. Технологиялық бөлімде Роспрокат профильді метал құбыр зауыты таңдалып, жалпы шолу жасалды. Зауыт бойынша электр қабылдағыштарыны электр жүктемелерінің мәндері анықталды.Есептеу бөлімінде есептеу әдістері бойынша компенсацияға дейінгі жүктелу қуаттары есептеліп, 0,4 кВ және 10 кВ кернеуге арналған трансформаторлармен компенсаиялық құрылғылар таңдалып,сол бойынша электр жабдықтау жүйесінің тиімді сұлбасы қайта жобаланды

## АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы называется компенсацией реактивной мощности на производстве. В соответствии с темой, в основной части был проведен обзор литературы о понятии реактивной мощности, мерах ее снижения, видах компенсации, схемах установки, трудностях в использовании. В технологической части был выбран Роспроката завод по производству металлической трубы, и был проведен общий обзор завода. Определены значения электрических нагрузок электроприемников завода.В расчетной части рассчитаны мощности нагрузки до компенсации, выбраны компенсирующие устройства с трансформаторами на напряжение 0,4 кВ и 10 кВ ,а по исходным результатам перепроектированы эффективные схемы электроснабжения.

## ABSTRACT

The topic of the thesis is called reactive power compensation in production. In accordance with the topic, the main part reviewed the literature on the concept of reactive power, measures to reduce it, types of compensation, installation schemes, and difficulties in use.In the technological part, the Rosprokat plant for the production of metal pipes was selected , and a General overview of the plant was conducted. The values of electrical loads of the plant's electric receivers are determined. In the design part, the load capacities before compensation are calculated, compensating devices and transformers for 0.4 kV and 10 kV are selected, and effective power supply schemes are redesigned based on the initial results.

# МАЗМҰНЫ


| | | |
|---|---|---|
| | Кіріспе | 7 |
| 1 | Реактивті куат түсінігі | 8 |
| 1.1 | Реактивті қуат түсінігі, азайту шаралары және құрылғылары | 8 |
| 1.2 | Реактивті компенсациялау принципі | 9 |
| 1.3 | Компенсаиялау түрлері | 11 |
| 1.4 | Реактивті қуатты компенсациялауға арналған құрылғыларды пайдалану кезінде туындайтын техникалық қиындықтар | 12 |
| 2. | Өндіріс орны туралы мәлімет | 14 |
| 2.1 | ЖШС РОСПРОКАТ метал құбыр зауыты | 14 |
| 2.2 | Профильдік құбырларды дайындау технологиясы | 14 |
| 2.3 | Құрылымын және зауыт жүктемелеріне талдау | 15 |
| 3 | Есептеу әдісінің көмегімен реактивті қуатты компенсациялау | 18 |
| 3.1 | Зауыт аумағындағы электрлік жүктемелерді есептеу | 18 |
| 3.2 | 0,4 кВ кернеулі цех трансформаторларын анықтау және реактивті қуатты компенсациялау | 23 |
| 3.3 | БТҚС -дағы кернеуі 10 кВ тарату шинасындағы реактивті қуатты компенсациялау | 28 |
| 3.4 | Құбыр зауытының сыртқы электрмен жабдықтауды жүйесін қайта құру | 31 |
| | Қорытынды | 37 |
| | Пайдаланылған әдебиеттер тізімі | 38 |

# КІРІСПЕ

*Өзектілігі:* Электр энергиясының тасымалдануы барысында өнімнің белгілі бір бөлігінің шығын есебінен тасымалданатын болғандықтан электр энергиясын беру кезіндегі шығындардың пайда болуы сөзсіз

Қазіргі кезеңде неғұрлым өзекті мәселелердің бірі ресурстардың барлық түрлерін барынша үнемдеу және өнеркәсіптік өнімнің сапасын арттыру міндеттері тұр.

Алайда қажетті технологиялық шығыннан басқа, электрмен жабдықтау жүйесінің барлық элементтерінде, оның ішінде энергия жүйесінің желілерінде тұтынушылардан берілетін реактивті қуаттың өсуіне байланысты активті қуат пен энергияның қосымша шығындары пайда болады.

Қазақстан Республикасының алдағы уақытта әлемнің үздік отыз елінің қатарына кіру мақсатына сәйкес, энергетика саласын дамуы осы стратегиялық дамудағы ең маңызды бағыттарына кіреді. Осыған сәйкес кәсіпорындарды жоғары сапалы электр құрылғылармен жабдықтандыру, энергияны үнемдеу мүмкіндігі бар заманауй технологияларды қолдану көзделген. Бұл еліміздің өндіріс орындарының санын артуына және электр энергиясын пайдаланудың артты. Электр энергиясының шамадан тыс пайдалану және ондағы тасмалдау кезіндегі шығындар электр станияларының жумыс арттырады. Бұл электр станцияларындағы технологиялық жабдықтардың тозуына және тарату желілерінің бөлшектердің істен шығуын тездетеді. Жиі жөнеу жұмыстарын жасау электр энергиясы тарифтерінің бағасының қымбаттауына әкеледі.

Қазіргі уақытта кәсіпорындарда реактивті қуатты қарымталаудың негізгі құралы электр желісіне параллель қосылатын күштік конденсатор батареялары болып табылады. Конденсаторлық қондырғылардың артықшылықтары: құрлысының қарапайымдылығы, құны салыстырмалы түрде арзан, конструкциялық материалдардың жеткілікті болуы, активті қуатты меншікті аз тұтынуы яғни аз шығындалу.

**Жұмыстың мақсаты:** Кәсіпорындағы реактивті қуатты зерттеу және компенсациялау

**Орындалатын тапсырмалар:**

1. Литературалық шолу
2. Кәсіпорындағы реактивті қуатты зерттеулер жүгізу
3. Кәсіпорындағы реактивті қуатты компенсаиялау
4. Алынған нәтижелерге қорытынды жасау

## 1 Реактивті қуат түсінігі

### 1.1 Реактивті қуат түсінігі, азайту шаралары және құрылғылары.

Кәсіпорынды электрмен жабдықтау жағдайларында электр берілісітерінде және тұтынушының жүктемесінде активті құраушысының құрамдас бөліктерінде индуктивті және сыйымдылық кедергілердің болатыны анық. Индуктивті токты тұтынатын құрылғылар реактивті қуатты қабылдағыштар ретінде және сыйымдылық токты тұтынатын құрылғылар реактивті қуат көздері болып саналады.

Өнеркәсіптік құрылғылардың көп бөлігі реактивті қуатты тұтынады. Реактивті қуатты тұтынушылардың құрамы, реактивті қуаттың негізгі бөлігін мынадай төрт құрылғының тұтынатынын көрсетеді:

- асинхронды қозғалтқыштар - 40 %,
- электр пеш қондырғылары – 8 %;
- вентильді түрлендіргіштер – 10 %,
- трансформаторлар және олардағы шығындар – 35 %,
- электр беріліс желілері және олардағы шығындар – 7%.

Желі бойында индуктивті жүктеме басым болғандықтан, желі бойынша активті қуатпен бірге индуктивті сипаттағы реактивті қуат беріледі[1].

Қандай да бір электр тізбегінде генерацияланатын реактивті энергия тұтынылатын реактивті энергияға тең. Яғни өнеркәсіптік құрылғылардың көп бөлігі реактивті энергияны тұтынушылар болып табылатындықтан, реактивті қуатқа қажеттіліктің өз дәрежесінен асып кетеді. Әдетте осы олқылықты жабу үшін электр станцияларындағы генераторларды қосымша жүктеу арқылы жабуға тура келеді. Сондықтан энергетикалық жүйеге реактивті қуатты қамтамасыз ететін қосымша құрылғыларды зерттеу қажеттілігі туындайды. Мұндай типті құрылғылар компенсаторлар (конденсаторлардың батареялары, синхронды компенсаторлар мен қозғалтқыштар) деп аталады, сондай-ақ реактивті қуаттың статикалық көздері бола алады. Номиналды жүктеме кезінде генераторлар талап етілетін реактивті қуаттың 60% - ға жуығын ғана өндіреді, 20% кернеуі 110 кВ жоғары ЭБЖ генерацияланады, 20% қосалқы станцияларда немесе тікелей тұтынушыларда орналасқан компенсаторлық құрылғыларда өндіріледі. Қарымталау құрылғыларының бірлескен жұмысы желідегі реактивті құраушы токты тұтынуды кемітді. Бұл электр берілісінің қоректендіргіш желілері мен трансформаторларды реактивті қуаттан едәуір дәрежеде жүктеуді азайтады. [2]

Өнеркәсіптік кәсіпорындарда реактивті қуаттың негізгі тұтынушысы АҚ асинхронды қозғалтқыштары (оны жалпы тұтынудың 60-65%), дәнекерлеу трансформаторлары (20-25%), вентильді түрлендіргіштер, реакторлар және басқа да электр қабылдағыштар болып табылады. Реактивті қуатпен қосымша кәсіпорынның қабылдағыштарымен қатар тарату желілері жүктеледі, тиісінше электр энергиясын жалпы тұтыну шамасы артады.

Реактивті қуатты тұтынуды төмендету бойынша: арнайы компенсациялық құрылғыларды қажет етпитін табиғи компенсация және жиі қолданылатын

жасанды компенсация. Реактивті қуатты табиғи компенсациялау үлкен материалдық шығындарды талап етпейді және бірінші кезекте кәсіпорындарда жүргізілуі тиіс.

Табиғи компенсациялауға жүктеме кестесіне сәйкес жабдықтың энергетикалық режимін жақсартуға әкелетін технологиялық процесті реттеу және автоматтандыру жатады (фазалар бойынша жүктемелерді тиімді орналастыру, энергосыйымды ірі электр қабылдағыштарды энергожүйенің максимумынан тыс жұмысқа ауыстыру және керісінше қуатты электр қабылдағыштарды энергожүйенің максимум жүктелу сағаттарында жөндеуге шығару.); Трансформация сатыларының санын азайту есебінен электрмен жабдықтаудың ұтымды схемасын құру; ескі конструкциялардың трансформаторлары мен басқа да магниттелу шығыны аз электр жабдықтарына жаңасына ауыстыру; Аз жүктелген трансформаторлар мен қозғалтқыштарды қуаты кіші трансформаторлармен және қозғалтқыштарға ауыстыру және оларды толық жүктеу; Технологиялық процестердің шарттары бойынша рұқсат етілген кезде АҚ орнына СҚ қолдану; Қозғалтқыш пен дәнекерлеу трансформаторларының бос жүрісінің ұзақтығын шектеу, ірі электр қабылдағыштарын қуаттарына сәйкес ретімен орналастыру; Электр қозғалтқыштарын жөндеу сапасын жақсарту, түйіспелі қосылыстардың өтпелі кедергілерін азайту; Күштік трансформаторлардың резервті бөліктерін аз жүктеме кезінде (мысалы, түнгі уақытта, демалыс және мереке күндері) ажырату.

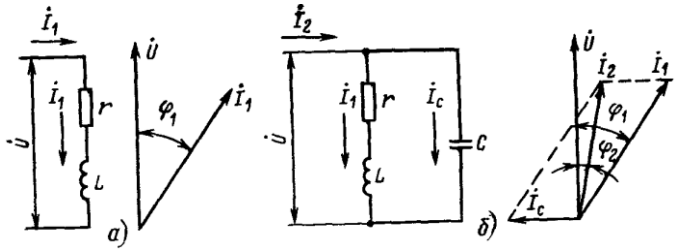
Реактивті қуатты жасанды компенсациялау үшін сыйымдылық сипаттағы реактивті энергия көздері болып табылатын арнайы компенсациялық құрылғылар қолданылады. Реактивті қуатты компенсациялаудың техникалық құралдарына келесі компенсациялаушы құрылғылар жатады: конденсаторлық батареялар, синхронды қозғалтқыштар, реактивті қуаттың вентильді статикалық көздері. Алайда, кәсіпорынның реактивті қуатын компенсация кезінде ескі басшылық нұсқауларына сәйкес ең төменгі жүктеме сағаттарында орнатылған компенсациялық құрылғыларды ажырату қажет деп санамады. Осыған байланысты қоректендіруші энергия жүйесінде реактивті қуатты асқын компенсациялау жиі байқалды. Асқын компенсация - бұл жүктеменің төмендеуі кезеңінде (түнде тамақтанатын үзілістер, жұмыс істемейтін және мереке күндері және т. б.) компенсациялық қондырғымен өндірілетін және энергия жүйесінің желісіне берілетін артық реактивті қуат. Осы себеппен 1982 жылдың 1 қаңтарынан бастап қолданысқа енгізілген жаңа "электр энергиясын пайдалану ережелерінде" қуат коэффициентінің нормаланатын мәні (0,92-0,95), ал кәсіпорында компенсациялық құрылғылардың энергия жүйесінің тапсырмасына сәйкес орнатылуы тиіс.

## 1.2 Реактивті қуатты компенсациялау принципі

Реактивті қуаттың компенсациялау деп компенсациялық құрылғылардың көмегімен өндіру немесе тұтынуды атайды. Реактивті қуатты компенсациялау

принципі келесідей. Конденсатор арқылы өтетін ток берілген кернеуден 90 ° - ға озады, ал индуктивтілік катушкасы арқылы өтетін ток берілген кернеуден 90 ° - ға артта қалатыны белгілі. Яғни, сыйымдылық тогы индуктивті токқа қарама-қарсы және электр өрісін құруға арналған реактивті қуат магнит өрісін құруға арналған реактивті қуат бағытына қарама-қарсы. Сондықтан сыйымдылық тогы мен сыйымдылық қуаты шартты түрде оң қабылданған магниттеу тогына және магниттеу қуаттылығына қатысты шартты түрде теріс деп саналады.

Осылайша, сан жағынан бірдей сыйымдылықты және магниттелу реактивті қуаттары өзара "жойылады" (QC – QL = 0) және желіде реактивті жүктеме тогының азаюына әкеледі.




**1.1 - сурет - Реактивті магниттену тогын компенсациялау принципі[1]: а- компенсациялауға дейін, б- компенсациялаудан кейінгі схема**

R және L бар жүктемеге параллель қосылған C конденсаторының сыйымдылығы, конденсатор арқылы өтетін IC тогы мүмкіндігінше L индуктивтілігі тұтынылатын IL магниттену тогына жақын болатындай етіп таңдалады. Векторлы диаграммадан көрініп тұғандай конденсатордың қосылуы тоқ пен жүктеме кернеуінің арасындағы фазалардың ығысу бұрышын $\varphi_1$ ден $\varphi_2$ - ге дейін азайтуға және тиісінше жүктеме қуатының коэффициентін жоғарылатуға мүмкіндік береді. Сыйымдылықты арттыру арқылы φ= 0 реактивті жүктеме қуатын толық φ= 0 тең болғанша компенсациялауға болады[1].

Реактивті қуатты компенсациялау, кез келген маңызды техникалық іс-шара ретінде бірнеше түрлі мақсаттар үшін қолданылуы мүмкін. Біріншіден, реактивті қуатты компенсациялау, реактивті қуат балансының сақтау үшін қажет. Екіншіден, компенсациялық құрылғыларды орнату желідегі электр энергиясының шығынын төмендету үшін қолданылады. Үшіншіден, компенсациялық құрылғылар кернеуді реттеу үшін қолданылады.

Желілер мен трансформаторлар бойынша реактивті қуат ағынын азайту үшін реактивті қуатты компенсациялау көздері оны тұтыну орындарына жақын орналасуы тиіс. Осыған сәйкес желіде таратылған реактивті қуат элементтері төмендейді, және бұл активті қуат пен кернеу шығынының азаюына қол жеткізіледі.[4]

Осылайша, қосалқы станцияда компенсациялық құрылғыларды қолдану арқылы реактивті жүктеменің қуатын өзгертпей-ақ желідегі реактивті токты реактивті қуатты компенсациялау бойынша азайтуға мүмкіндік береді. Кәсіпорында реактивті қуатты тұтынуды азайту реактивті қуатты табиғи

шаралармен қатар электрмен жабдықтау жүйесінің тиісті нүктелерінде арнайы компенсациялық құрылғылар есебінен қол жеткізіледі.

Электр тұтынушы қондырғыларының жобалау кезінде реактивті қуат бойынша жүргізілетін шаралар келесі үш топқа бөлінеді:

1) өтемдік құрылғыларды қолдануды талап етпейтін;
2) өтемдік құрылғыларды қолданумен байланысты;
3) ерекше жағдайларда рұқсат етілген.

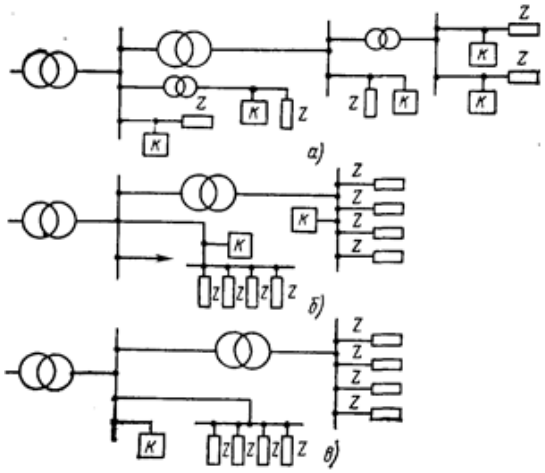
Бірінші жағдайда реактивті қуатты тұтынуды азайтуға бағытталған және бірінші кезекте оларды жүзеге асыру үшін елеулі күрделі шығындар талап етілмейді.

Соңғы екі іс - шара техникалық экономикалық есептермен негізделіп және энергожүйемен сәйкестендіре отырып қолданылуы тиіс. Реактивті қуатты компенсациялау құрылғыларын қолдану алдында осы құрылғылардың жоғары құны мен жеткілікті күрделілігіне байланысты мұқият техникалық-экономикалық талдау жасалуға тиіс[6].

### 1.3 Комренсациялаудың түрлері

Компенсациялық құрылғылар олардың тармақталған электр энергетикалық жүйесінде орналасу орнына байланысты мынадай түрлерге бөлінеді: жеке, топтық, орталықтандырылған компенсаторлар.

2 - суретте электр энергетикалық жүйеде компенсациялық құрылғылардың орналасу сұлбалары көрсетілген.




**1.2– сурет- компенсациялық құрылғыларды қосу схемасы:**

а-жеке компенсация; б-топтық компенсация; в-орталықтандырылған компенсация [2]

Жеке компенсаторлар - қоректендіруші желіден реактивті қуатты тұтынатын қабылдағышпен тікелей жұмыс істейтін құрылғылар. Толық

компенсация кезінде қабылдағыш пен компенсация құрылғысы тек қана активті қуатты тұтынатын құрылғыларды қоректендіретін желіге ұсынады. Бірақ тұтынушы сөндірілген кезде компенсациялық құрылғылар да пайдаланылмайды, бұл жеке компенсацияның басты кемшілігі болып табылады. Мұндай компенсация түрін сызықтық емес сипаттамалары бар қабылдағыштардың қуатын қарымталау үшін қолданған жөн.

Топтық және орталықтандырылған компенсация жеке тұтынушылардың жұмысына қарамастан құрылғыларды пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл түрде компенсациялауды іске асыру үшін қосымша коммутациялық және қорғаныстық құрылғылар қажет; бұдан басқа, компенсациялық құрылғылар тұтынылатын қуатты жеткілікті ауқымда реттеу мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс.Компенсациялау құрылғыларының қуат өзгеру диапазоны тұтынушылардың осы тобы үшін тұтынатын тәуліктік реактивті қуатқа қажеттілікті талдау негізінде анықталуы тиіс. Әдетте, тұтынушылар тобына жүктемені жиі өзгертуге тура келеді, бұл компенсатор беретін қуатты автоматты реттеумен компенсациялық құрылғыларды қолдануды талап етеді.

Электр энергетикалық жүйелердің үздіксіз дамуы және неғұрлым ірі энергия блоктарын құру кезінде орталықтандырылған компенсацияның мәні төмендейді. Ірі энергожүйелерде орталықтандырылған компенсация кезінде жүйенің барлық нүктелерінде, әсіресе электр станциялары мен қосалқы станциялардан үлкен қашықтықта орналасқан желілік емес жүктемелерде компенсация қамтамасыз етілуі қиындық тудырады, қашықтық көп болған сайын, желідегі шығында көп болады. Сондықтан қазіргі уақытта топтық компенсаторлар жиі жасайды, ал үлкен қуатты сызықтық емес жүктеме үшін – жеке компенсаторлар қолданылады.

Ең маңыздысы компенсатордың тиімді орналасуы, әсіресе өлшеуіш құрылғыларының сұлбаларын қосу орындарын таңдау болып табылады. Компенсаторды түрлендіргішті қосу нүктесінде реактивті қуатты тұрақтандыру мүмкіндігі болатындай етіп орналастыру қажет. Бұл жағдайда қосылған тұтынушылардың жұмыс жағдайы өзгерген кезде энергия жүйесіндегі кернеу ауытқуының шектелуіне қол жеткізіледі [2].

### 1.4 Реактивті қуатты компенсациялауға арналған құрылғыларды пайдалану кезінде туындайтын техникалық қиындықтар

Реактивті қуатты компенсациялау үшін ең үнемді құрал- конденсаторлық батареялар. Себебі реактивті қуаттың компенсациялаушы басқа құралдардың алдындағы артықшылықтарымен түсіндіріледі, атап айтқанда: төмен кернеуде де, жоғары кернеуде де қолдану мүмкіндігі; активті қуаттың аз шығыны (0,0025–0,005 кВт/квар); басқа компенсациялық құрылғылармен салыстырғанда ең аз үлестік құны (1 квар үшін); пайдаланудың қарапайымдылығы (айналмалы және үйкелетін бөліктердің болмауына байланысты); монтаждау жұмыстарының

қарапайымдылығы (аз масса, іргетастың болмауы); кез келген жағдайда пайдалану мүмкіндігі.

Бірақ сызықсыз жүктемелермен генерацияланатын жоғары гармоникалардың жоғары құрамы бар желілерде синусоидалды токтарға және кернеуге есептелген реактивті қуатты компенсациялайтын әдеттегі құралдарды қолдану техникалық қиындықтар туындатады.

Қажет болған жағдайда, жүктемелер тез өзгеретін реактивті қуаты қолданылатын барлық жерде қуатты реттеу механикалық ажыратқыштар көмегімен конденсаторлық батареяларды қосу немесе ажырату арқылы басқару қиын, ал кейде мүмкін болмайды және көбінесе қосқыштардың қымбаттығына, төмен жылдамдығына және төмен механикалық беріктігіне, сондай-ақ қуатты басқарудың қадамдық сипатына байланысты қиын және жиі мүмкін бола бермейді. Сонымен қатар, конденсаторлар батареяларын қоректендіретін желіге қосу сәтінен соққылы коммутациялық асқын токтардың пайда болуы, сондай-ақ жоғары гармоника жиілігі кезіндегі токтық артық жүктемелердің конденсаторларына жағымсыз әсер етуі мүмкін. Электр тораптарында жоғары гармоникалар болған кезде, әсіресе вентильді түрлендіргіштердің жұмысы кезінде конденсаторлық қондырғылардың жұмыс істеу процесін зерттеу өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйелерінде конденсаторлық батареяларды қолдану мүмкіндігін анықтау үшін маңызды практикалық мәні болып табылады.

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жұмыс тәжірибесі синусоидалы емес кернеу кезінде жұмыс істейтін конденсаторларлық батареялары бірқатар жағдайларда ісіну немесе жарылыс нәтижесінде тез істен шығатынын куәландырады. Жоғары гармоника токтарының шамадан тыс жүктелуі конденсаторлардың бүлінуіне әкеледі, ол әдетте, конденсаторлық батареялар жүйенің жиіліктік сипаттамаларын өзгертеді және ток резонансының пайда болуына ықпал етеді. Конденсаторлар батареяларын қуатты вентильді жүктемені қоректендіретін қосалқы станцияның шиналарына қосқан кезде, батарея сыйымдылығының мәні қандай да болмасын, конденсаторларға желінің индуктивтілікті ток резонансы бар режимдегі гармониктер тобы әрдайым табылып тұрады. Осылайша, вентильді жүктемелері бар желілерде реактивті қуатты компенсациялау мақсатында конденсаторлар батареяларын тікелей қолдану көп мәселе туғызады. Әрбір нақты жағдайда гармоникалық резонанстық тобы батареяның ток шамадан тыс жүктелуін есептеу қажет. Мұндай есептеулерді жоғары ретті гармоникага дейін есептеу жүргізу қажет, әсіресе аз сыйымдылықтары конденсаторлық батареялар үшін. [7]

## 2 Өндіріс орны туралы мәлімет

### 2.1 ЖШС РОСПРОКАТ метал құбыр зауыты

Құбыр зауытының негізгі қызметі өз өндірісіндегі штрипстен электр дәнекерлеу станында профильді, болат және дөңгелек құбырларды өндіру болып табылады. Шикізат ретінде біздің өнімдеріміз үшін зауыттық сапа бақылауынан өткен және ГОСТ талаптарына толық сәйкес келетін рулонды болат қолданылады. Пайдаланылатын шикізаттың сапасы Ресей, Қазақстан, Украина, Белоруссия өндіруші жетекші металлургиялық зауыттарда өндірушілерден тиісті сертификаттармен расталған. Завод қызметінің басым бағыты болат, дөңгелек және профильді, шаршы (квадратты) құбырлар өндірісі болып табылады.Бүгінгі күні құрылыс индустриясы нарығы тауарлар мен қызметтердің үлкен сұраныста, тек ең сапалы қолжетімді тауар ғана қатаң бәсекелестік жағдайында өзін көрсете алады, сондықтан өндіріс орнының негізгі міндеті - тұтынушыға ең жақсысын беру.Өнірілетін өнімнің бірқатар артықшылықтарға ие болып отырып, профильді құбырлар құрылыстың ең жауапты аймақтарында – ғимараттардың қаңқаларында, көпір тіректерінже, күрделі аймақтар мен қаңқаларды дайындауда, сондай-ақ, қоршаулар сияқты, сондай-ақ іргелес аумақтарды абаттандыру кезінде пайдаланылады.

ЖШС Росс Прокат зауытының жеке өндірісі Қазақстан Республикасының орталық аймағында металл өніміне сұранысты қанағаттандыру үшін ұйымдастырылған. Барлық кезеңдердегі бақылау, ақылға қонымды логистика және жоғары өндіріс мәдениеті арқасында құрылыс индустриясы нарығында Республика аймактарын құбыр өнімдерімен тутастай қамтамасыз етіп отыр.

### 2.2 Профильдік құбырларды дайындау технологиясы

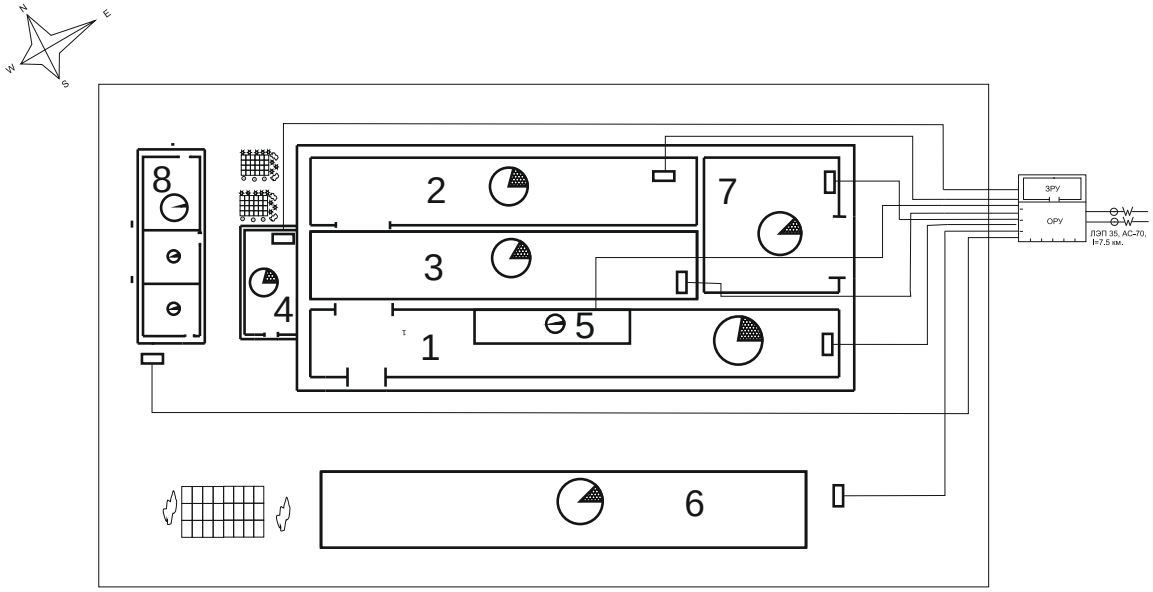
Профильді құбырларды дайындау технологиясының негізгі принциптерін түсіну қиын емес, бұл металл өңдеу саласының қашықтықтан адамның күшімен басқарылады. Мұнда бар барлық нюанстарды білу үшін оның негізін ғана білу жеткілікті.

Профильді құбыр өндіретін шағын зауыттың технологиялық процесі келесі кезеңдерден тұрады:

- метал рулонды тарқату;
- тарқатылған металды біліктен өткізу және ию жолымен оған қажетті пішін беру;
- дайындаманы салқындату жүйесі бар дәнекерлеупен пісіру;
- профильдік құбыр үшін илемдеу станы арқылы оған нақты өлшем мен пішін бере отырып дайындамадан өту;
- стандартты ұзындығы бойынша құбырларды кесу;
- дайын бұйымдарды жинау.

## 2.3 Құрылымын және зауыт жүктемелеріне талдау

ТОО Роспрокат құбыр зауыты Алматы қаласының солтустік батыс бөлігінде орналасқан. Өндіріс орнының оңтүстігі жүк тасмалдау көліктерін зауыт аумағына алып баратын автокөлік жолымен шектелген. Шығысында дәрі өндіріс фабрикасы бар. Ал оңтүстігінде қаланың ішкі және сыртқы аймағына өтетін автокөлік жолы салынған. Қорек көзі номері 124А Первомайская қосалқы станциясынан алатындай етіп орындалған. Энергожүйенің қосалқы станцияда қуаты 6.3 МВА кернеулері 35/10,5 кВ екі трансформатор орналасқан. ТМН-6,3-35/10 типті трансформаторлар орналастырылған. Трансформаторлар бір-бріне тәуелсіз бөлек жұмыс жасайды. Трансформаторлардың бірі 74,29% және екіншісі 26,03% - жүктелген. Қосалқы станция энергожүйесінен әуе желісі арқылы заводқа дейін 7,5 км шамаснда желі жүргізілген. Зауыт аумағына 10 кВ кернеулі әуе электр беріліс желісі жүргізілген.Зауыт аумагында қуаттылығы 1600кВА болатын ТМ-1600/10 типті трансформатор камералы бөлмеде орналасқан. Тарату шинасы арқылы цехтарға тарайды.0,4 кВ желілерді асқын жүктеме немесе қысқа тұйықталу тоғынан қорғау үшін томенгі кернеулі автоматты ажыратқыштар қойылған. Реактивті қуатты қарымталау үшін конденсаторлық қондырғылар орналастырылмаған. Зауыт негізнен екі ауысымда жұмыс жасайды. Құбыр зауытының электрлік жүктемелері туралы мәліметтер 2.1-кестеде көрсетілді




**2.1-сурет-Құбыр зауытының бас жоспары**

1Үлкен өлшемді құбыр цехы2 Кіші өлшемді құбыр цехы 3 Орта өлшемді құбыр цехы 4 Қайта дәнекерлеу аймагы 5 Қойма 6 Токарлы цехы 7 Қаңылтыр кесу аумағы 8 Офис, жатахана, асхана

**2.1-кесте - Құбыр зауытының электрлік жүктеме берілістері**

| Аталуы | Саны ЭП, n | Тұрақтанған қуат, кВт | |
|---|---|---|---|
| | | Рнmin÷Рнmax | ∑Рн |
| 1Үлкен өлшемді құбыр цехы | 7 | 11-150 | 439,5 |
| 2 Кіші өлшемді құбыр цехы | 6 | 5-100 | 261 |
| 3 Орта өлшемді құбыр цехы | 7 | 5-130 | 342,5 |
| 4 Қайта дәнекерлеу аймагы | 4 | 30-50 | 140 |
| 5 Қойма | 6 | 13,2-31,5 | 97,5 |
| 6 Токарлы цехы | 7 | 2.2-22 | 47,3 |
| 7 Қаңылтыр кесу аумағы | 3 | 11-17,5 | 43,5 |
| 8 Офис, жатахана, асхана | 15 | 1-3 | 17 |

**2.2- кесте - Құбыр зауытының электр тұтынушы құрылғыларының жүктемелері**

| № | Электр тұтынушы құрылғыларының атаулары | Берілген қуаты, кВт | Коэффициенттері | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $К_и$ | cos φ | tg φ |
| 1 | Фрезерлі станок | 9 | 0,2 | 0,83 | 0,67 |
| 2 | Токарлы станок | 22 | 0,3 | 0,85 | 0,62 |
| 3,4 | Қайрағыш станок | 2,2 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 5 | Гидропрес | 2,2 | 0,65 | 0,87 | 0,57 |
| 6 | Столға қоятын - бұрғылау станогы | 2,2 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 7 | Көпірлі краны с ПВ-25 % | 7,5 | 0,05 | 0,5 | 1,73 |
| 8 | Көщіруге арналған қондырғы | 11 | 0,2 | 0,28 | 0,54 |
| 9 | Сызықты метрлеп кесу арасы | 18 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 10 | Қаңылтыр иетін машина | 110 | 0,8 | 0,8 | 0,75 |
| 11 | Жогаргы жиликти дәнекереуіш | 150 | 0,8 | 0,79 | 0,78 |
| 12 | Қаңылтыр иетін машина | 110 | 0,8 | 0,8 | 0,75 |
| 13 | Барабанды қаңылтыр жинагыш | 22,5 | 0.2 | 0,73 | 0,89 |
| 14 | Қаңылтыр таратқыш | 18 | 0,8 | 0,28 | 0,54 |
| 15-17 | Жартылай автоматты дәнекерлеу аппараты | 30 | 0,5 | 0,8 | 0,75 |
| 18 | Жартылай автоматты дәнекерлеу аппараты | 50 | 0,5 | 0,8 | 0,75 |
| 19,25 | Көщіруге арналған қондырғы | 5 | 0,2 | 0,28 | 0,54 |
| 20 | Сызықты метрлеп кесу арасы | 11 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 21 | Қаңылтыр иетін машина | 70 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |

**2.2- кестенің жалғасы**

| № | Электр тұтынушы құрылғыларының атаулары | Берілген қуаты, кВт | Коэффициенттері | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $К_и$ | cos φ | tg φ |
| 20 | Сызықты метрлеп кесу арасы | 11 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 21 | Қаңылтыр иетін машина | 70 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 22 | Жоғарғы жиликти дәнекереуіш | 100 | 0,8 | 0,79 | 0,78 |
| 23 | Қаңылтыр иетін машина | 70 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 24 | Қаңылтыр жинағыш | 5 | 0.2 | 0,73 | 0,89 |
| 26 | Сызықты метрлеп кесу арасы | 7.5 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 27 | Қаңылтыр иетін машина | 90 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 28 | Жоғарғы жиликти дәнекереуіш | 130 | 0,8 | 0,79 | 0,78 |
| 29 | Қаңылтыр иетін машина | 90 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 30 | Қаңылтыр жинағыш | 15 | 0.2 | 0,73 | 0,89 |
| 31 | Қаңылтыр таратқыш | 5 | 0,2 | 0,28 | 0,54 |
| 32 | Көлденең металл кескіш | 11 | 0,2 | 0,8 | 0,75 |
| 33 | қаңылтыр жинағыш | 17,5 | 0.2 | 0,73 | 0,89 |
| 34 | Қаңылтыр таратқыш | 15 | 0,8 | 0,28 | 0,54 |
| 35-39 | Көпірлі краны с ПВ-25 % | 13.2 | 0,05 | 0,5 | 1,73 |
| 40 | Көтергіш кран с ПВ-40% | 31,5 | 0,05 | 0,28 | 0,54 |
| 41 | Компрессор | 30 | 0,78 | 0,8 | 0,75 |

## 3 Есептеу әдісінің көмегімен реактивті қуатты компенсациялау

### 3.1 Зауыт аумағындағы электрлік жүктемелерді есептеу

Электрқондырғыларды жобалау кезінде электр қондырғылардың электрлік жүктемелерін және реактивті қуатты компенсациялау құралдарын есептеу бір уақытта жүргізілгені дұрыс. Бұл электр жүктемелерін есептеу, КРМ құралдарын таңдау, трансформаторлар қуатын және санын анықтауға, қосалқы станциялардың қуатын анықтау бір мезетте орындауға мүмкіндік береді[9]

Завод цехтары бойынша кернеуі 1кВ-қа дейінгі электр жүктемелерді есептеу реттелген диаграммалар әдісі – бойынша жүргізіледі.

Реттелген диаграммалар әдісін 1937 ж. Г. М. Каялов ұсынған болатын, және ол әлі күнге дейін электр энергиясын есептеу бойынша қолданыста. РД әдісі, қолданыстағы нормаларға сәйкес, электрмен жабдықтау жүйесінің жобалау кезеңдерінің барлық деңгейлері үшін қолданылады. РД әдісі бойынша электр жүктемелерінің есептеулерінен алынған нақты есептік жүктеме кейде 1,5-2,5 есе артық көрсетуі мүмкін.

Реттелген диаграммалар әдісінің дәлдігі белгілі бір технологиялық режимдерде, белгілі бір нақты технологиялық процесте есептеу барысында және т. б. Кепілдік береді. [9]

*Жарықтандыру жүктемесін есептеу*

Зауыт жүктемесін анықтау кезінде өндіріс алаңының 1 м$^2$-на келетін жарық жүктемесінің меншікті тығыздығы және сұраныс коэффициенті бойынша жарық жүктемесін есептеудің жеңілдетілген әдіс арқылы есептеу жүргізілді.

Жеңілдетілген әдістемемен есептелетін жарық жүктемесі ең жүктелген кезеңдегі жарықтанудың орташа қуаттына байланысты тең нәтижеде деп қабылданып, ол мынадай формулаларға сәйкес есептеледі[8]

$$P_{есж}=K_{жс}\cdot P_{жқ}\ кВт \qquad (3.1)$$

$$Q_{ро}=tg\varphi_{о}\cdot P_{есж}\ квар. \qquad (3.2)$$

Мұндағы $K_{сж}$ – жарықтандыру сұраныс коэффициенті;

$tg\varphi_{ж}$ - реактивті қуат коэффициенті;

$P_{жқ}$ – жарықтандырғыш қабылдағыштарының тұтыну қуаты.

$$P_{жқ}=\rho_{о}\cdot F,\ кВт \qquad (3.3)$$

мұндағы F – заводтағы есептелінетін өндіріс ғимаратының аумағы.

Барлық есептеуер 2.3-кестеге “Құбыр заводының цехтары бойынша жарықтандыруды есептеу” енгізіледі. Сонымен қатар заводтың БТҚС және цехтік ТҚС орынын анықтау кезінде электр жүктемелері картограммасы жобаланды.

Құбыр зауытының күштік және жарықтану бойынша жүктемелерді есептік нәтижелері қоса есептеліп толық және активті, реактивті қуаттары анықталды. 2.3-кестеге “Құбыр заводының цехтары бойынша кернеуі 0,4 кВ күштік жүктемелерді есептеуге” енгізілген.

**3.1-кесте -Құбыр заводының цехтары бойынша жарықтандыруды есептеу**

| Өндіріс орындарының тутыншы аумақтары | Орындардың ауданы, $м^2$ | Жарықтың меншіктік жүктемесі, $кВт/м^2$ | Сұраныс коэфф, Кс | Жарықтандыру-дың тұтыну қуаты, $P_{жк}$, кВт | Жарықтандыру жүктемесінің есебі | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $P_{есж}$ кВт | $Q_{есж}$ кВт | cosφ | tgφ |
| 1Үлкен өлшемді құбыр цехы | 1056 | 0,013 | 1 | 5,61 | 5,61 | 2,8 | 0,9 | 0,5 |
| 2 Кіші өлшемді құбыр цехы | 840 | 0,015 | 0,85 | 4,2 | 3,57 | 1,78 | 0,9 | 0,5 |
| 3 Орта өлшемді құбыр цехы | 840 | 0,015 | 0,85 | 4,2 | 3,57 | 1,78 | 0,9 | 0,5 |
| 4 Дәнекерлеу цехы | 76 | 0,015 | 0,8 | 1,1 | 0,88 | 0,44 | 0,9 | 0,5 |
| 5 Қойма | 1880 | 0,015 | 0,85 | 7,8 | 6,63 | 3,31 | 0,9 | 0,5 |
| 6 Токарлы цехы | 96 | 0,015 | 0,8 | 1,3 | 1,04 | 0,52 | 0,9 | 0,5 |
| Қаңылтыр кесу аумағы | 576 | 0,015 | 0,85 | 4,64 | 3,94 | 1,97 | 0,9 | 0,5 |
| Офис, жатахана, асхана | 150 | 0,015 | 0,8 | 2,34 | 1,87 | 0,93 | 0,9 | 0,5 |
| Территория | 10780 | 0,0005 | 0,5 | 8,7 | 4,35 | 2,17 | 0,9 | 0,5 |

**3.2-кесте - Құбыр заводының цехтары бойынша кернеуі 0,4 кВ күштік жүктемелерді есептеу**

| Өндіріс орындарының тутыншы аумақтары | Қабылдағыш саны n | Номиналды қуаттылығы | | m | $К_{ис}$ | cos φ | tgφ | Max. Аусым. жүктеме | | $n_{эк}$ | $К_{мах}$ | Қуаттылығын есептеу | | | R, мм | α, град |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $Р_{мин}$/ $Р_{мах}$, кВт | $\sum Р_{ном}$, кВт | | | | | $Р_{см}$, кВт | $Q_{см}$, кВАр | | | $Р_{ес}$, кВт | $Q_{ес}$, кВАр | $S_{ес}$, кВА | | |
| 1 Үлкен өлшемді цех | | | | | | | | | | | | | | | | |
| күштік | 7 | 11-150 | 439,5 | >3 | 0,6 | 0,7 | 1 | 263,7 | 263,7 | 6 | 1.37 | 361,2 | 290,6 | | | |
| жарықтандыру | | | | | | | | 11,2 | 5,6 | | | 11,2 | 5,6 | | | |
| жинағы | | | | | | | | 274,9 | 269.3 | | | 372,4 | 296.2 | 475.8 | 47,9 | 10,8 |
| 2 Кіші өлшемді цех | | | | | | | | | | | | | | | | |
| күштік | 6 | 5-100 | 261 | >3 | 0,7 | 0,8 | 0,75 | 182,7 | 137,07 | 6 | 1,23 | 224,72 | 150,77 | | | |
| жарықтандыру | | | | | | | | 3,57 | 1,78 | | | 3,57 | 1,78 | | | |
| жинағы | | | | | | | | 186,3 | 138,85 | | | 228,29 | 152,55 | 274,5 | 38,2 | 5,8 |
| 3 Орташа өлшемді цехы | | | | | | | | | | | | | | | | |
| күштік | 7 | 5-130 | 342,5 | >3 | 0,7 | 0,8 | 0,75 | 239,7 | 179,8 | 5 | 1,26 | 302.02 | 197,78 | | | |
| жарықтандыру | | | | | | | | 3,57 | 1,78 | | | 3,57 | 1,78 | | | |
| жинағы | | | | | | | | 243,2 | 181,58 | | | 305,39 | 199,56 | 364,8 | 44,1 | 4,3 |
| 4 дәнекерлеу цехы | | | | | | | | | | | | | | | | |
| күштік | 4 | 30-50 | 140 | <3 | 0,5 | 0,8 | 0,75 | 70 | 52.5 | 4 | 1,65 | 115.5 | 57,8 | | | |
| жарықтандыру | | | | | | | | 0.88 | 0,44 | | | 0.88 | 0,44 | | | |
| жинағы | | | | | | | | 70,9 | 52,9 | | | 116,4 | 58,2 | 130,1 | 27,2 | 2.7 |

## 3.2-кестенің жалғасы

| Өндіріс орындарының тутыншы аумақтары | Қабылдағыш саны n | Номиналды қуаттылығы | | m | $K_{ис}$ | cos φ | tgφ | Мах. Аусым. жүктеме жүктеме | | $n_{эк}$ | $K_{мах}$ | Қуаттылығын есептеу | | | R, мм | α, град |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $P_{мин}$/ $P_{мах}$,кВт | ∑$P_{ном}$ кВт | | | | | $P_{см}$ кВт | $Q_{см}$ кВАр | | | $P_{ес}$, кВт | $Q_{ес}$, кВАр | $S_{ес}$, кВА | | |
| 5 қойма | | | | | | | | | | | | | | | | |
| күштік | 6 | 13,2-31,5 | 97,5 | <3 | 0,3 | 0,7 | 1 | 29.3 | 29.3 | 6 | 1.88 | 54.9 | 32,2 | | | |
| жарықтандыру | | | | | | | | 6.63 | 3.31 | | | 6.63 | 3.31 | | | |
| жинағы | | | | | | | | 35.93 | 32,6 | | | 61.53 | 35.5 | 71,03 | 19,6 | 38,7 |
| 6Токарлы цехы | | | | | | | | | | | | | | | | |
| күштік | 7 | 2,2-22 | 47,3 | >3 | 0,7 | 0,8 | 0,75 | 30,31 | 22.75 | 5 | 1,26 | 38,19 | 25.02 | | | |
| жарықтандыру | | | | | | | | 1,04 | 0.52 | | | 1.04 | 0.52 | | | |
| жинағы | | | | | | | | 31.3 | 23.2 | | | 39.23 | 25.54 | 46.81 | 15.8 | 10,6 |
| 7 Кесу аймағы | | | | | | | | | | | | | | | | |
| күштік | 3 | 11-17,5 | 43,5 | <3 | 0,7 | 0,8 | 0,75 | 30,45 | 22,8 | 3 | 1,29 | 39.28 | 25.08 | | | |
| жарықтандыру | | | | | | | | 3.94 | 1.97 | | | 3.94 | 1.97 | | | |
| жинағы | | | | | | | | 34.39 | 24.77 | | | 43.22 | 27.05 | 50.98 | 16,6 | 36.1 |
| 8 жатахана, асхана | | | | | | | | | | | | | | | | |
| күштік | 15 | 1-3 | 17 | <3 | 0,7 | 0,8 | 0,75 | 11.9 | 8.33 | 15 | 1,23 | 14.63 | 8.33 | | | |
| жарықтандыру | | | | | | | | 1.87 | 0.93 | | | 1.87 | 0.93 | | | |
| жинағы | | | | | | | | 13.77 | 9.26 | | | 16.5 | 9.26 | 18.92 | 10,2 | 46,1 |
| Аумақтық жарықтандыру | | | | | | | | | | | | 4,35 | 2,17 | | | |
| 0,4 кВшина бойынша жинағы | | | | | | | | | | | | **1187.3** | **806.3** | **1434,9** | | |

### 3.2 0,4 кВ кернеулі цех трансформаторларын анықтау және реактивті қуатты компенсациялау

Кәсіпорындарға трансформаторлар таңдау алдында олардың цех бойынша жүктеме графигінің сипатына және апаттан кейінгі жүктеме режиміне байланысты жүктелу қабілетін ескеру қажет. Цех трансформаторларының қуатын олардың ең жүктелген ауысымда орташа жүктемесін ескере отырып таңдау керек.

Кәсіпорын қосалқы станцияларына 1000 және 630 кВА трансформаторлары жиі қолданылады; жүктеменің тығыздығы аз ғимаратттарда, атап айтқанда ұсақ және орта кәсіпорындарда, ірі кәсіпорындардың шеткі учаскелерінде, әкімшілік ғимараттар, клубтар және т. б. үшін қуаты 630 кВА дейінгі трансформаторларды орналастырған жөн. [11]

Трансформатор санын анықтау үшін қажетті мәліметтер:

$P_{ес}$= 1187.3 кВт;

$Q_{ес}$= 806.3 квар;

$S_{ес}$= 1434,9 кВА.

Қәзіргі кезде Құбыр зауыты екі ауысымда жұмыс жасайды және екінші санатты тұтынушыға жататындықтан, сол себепті цех трансформаторының жүктелу коэффициенті $К_{жүк}$=0,8 аламыз. Трансформатор қуатын есептеу натижесіне қарап $S_{номтр}$400 кВА-ге тең деп қабылдаймыз.

*Кәсіпорынға трансформаторлар таңдау*

Қуаты бірдей цех трансформаторларының әрбір технологиялық шоғырланған тобын анақтау үшін ең көп есептік активті жүктемені қоректендіру үшін қажетті трансформаторлар санын мынадай формула бойынша есептеледі:

$$N_{т\,min} = \frac{P_{р\,0,4}}{Кз \cdot Sнт} + \Delta N = \frac{1187,3}{0,8 \cdot 400} + 0,289 = 4,$$

мұндағы $P_{р\,0,4}$ – жиынтық есептелген активті қуат;

$к_з$ –меншікті жүктелу коэффициенті;

$S_{номтр}$ – номиналды қуаты;

ΔN –бүтін санға дейінгі жақын қосқыш. [10]

Экономикалық тиімді трансформаторлар мәні:

$$N_{т..э} = N_{min} + m \qquad (3.4)$$

мұндағы m – қосалқы трансформаторларның есепті саны;

$N_{т..э}$ - $З^*_{шығ/тұр}$ капиталды тұрақты шығынды қоса есептеп реактивті қуаттың бөлінуіне кететін есептік шығындар[10]

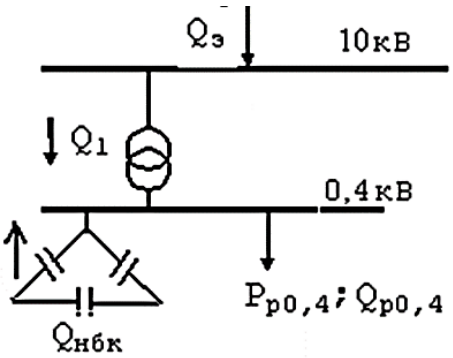
$$З^*_{шығ/тұр} = 0,3;\ к_{жүк} = 0,8;\ N_{min} = 4;\ \Delta N = 0,2,$$

Кесте бойынша m=0 деп алдым.

Трансформатор саны. $N_{т..э}$ =4+0=4

Трансформаторлар арқылы желіге бөлінетін реактивті қуат анықтау.

$$Q_1 = \sqrt{(K_з \cdot N \cdot S_{нН.Т.})^2 - P^2{}_{p0,4}} = \sqrt{(0,8 \cdot 4 \cdot 400)^2 - 1187,3^2} = 487,24 \text{ кВар.}$$




**3.1 сурет – Реактивті қуат балансы**

Өндірістік кәсіпорындардың 1 кВ дейінгі кернеулі желілерінде электр қабылдағыштардың көп бөлігі реактивті қуатты тұтынатын белгілі. Жүктеме қуатының коэффициенті әдетте 0,7-0,8 және де 380 — 660В желілері қуат көзінен — энергожүйеден және жергілікті ЖЭО-дан электрден алыс орналасқандықтан қуат коэффиценті нашарлана түседі. Бұның салдарынан 1 кВ дейінгі кернеулі желіде реактивті қуаттың тарауы сымдар мен кабельдердің қимасын арттыруды, трансформаторлардың қуатын арттыруды талап етеді, және де активті және реактивті қуатты жоғалтуда жоғары шығындарға әкеледі. Бұл шығындар 1 кВ-қа дейінгі кернеу желісінде реактивті қуаттың компенсациялауды қамтамасыз ететін болса азайтуға және жоюға болады.Бұл жағдайда реактивті қуат көздері кернеуі 380-660 В синхронды қозғалтқыштар және төмен кернеулі конденсаторлық батареялар болуы мүмкін. [10]

*Кернеуі 1 кВ дейінгі желілердегі конденсаторлар батареяларының қуатын анықтау.*

Төмен кернеулі конденсаторлық батареяларының есептік қуаты (НБК) цех трансформаторлық қосалқы станциялардың (ҚС) трансформаторларының экономикалық оңтайлы санын таңдауға байланысты, трансформаторлардағы шығындарды оңтайлы төмендету мақсатында НБК қосымша қуаты анықталады.

Кәсіпорын бөлімдеріне кернеуі 0,4 кВ шиналарына $Q_{нбк1}$ мәнін анықтаймын

$$Q_{нбк\,1}+Q_1=Q_{р\,0,4} \qquad (3.5)$$

келесіден

$$Q_{нбк\,1}= Q_{р\,0,4} - Q_1=806.3- 487,24=319,06 \text{ квар.}$$

Трансформатрлардың әр тобына жалғанатын төменгі кернеулі (НБК) қарымталаушы құрылғылардың қосымша қуаты $Q_{нбк2}$ келесі формула бойынша анықталады; [10]

$$Q_{нбк\ 2} = Q_{р\ 0,4} - Q_{нбк\ 1} - \gamma \times N_{т\ э} \times S_{нт} = 806.3 - 319,06 - 0,2 \times 4 \times 400 = 167,24 \text{ квар},$$

Мұндағы: $\gamma = 0,2$ – есептік коэффициент; $\gamma = f(K_1 = 14, K_2 = 27)$.

Магистральды схемада үш немесе одан көп трансформаторлар үшін $\gamma = Kt/60$;

ТКБ жиынтық есептік қуаты, квар; [10]

$$Q_{нбк} = Q_{нбк\ 1} + Q_{нбк\ 2} = 319.06 + 167.24 = 486,3 \text{ кВар}.$$

Мұндағы; $Q_{нбк\ 1}$ және $Q_{нбк\ 2}$ - батареялардың жиынтық қуаты, кВар.

НБК жиынтық қуаты цехтың жекелеген трансформаторлары арасында олардың реактивті жүктемелеріне пропорционалды түрде бөлінеді.Әрбір трансформаторға жеке орнатылатын конденсаторларлық батареялардың қуатын анықтаймын

$$Q_{нбк\ тп} = \frac{Q_{нбк}}{N_{т\ з}} = \frac{486,3}{4} = 121,57 \approx 150 \text{ квар}.$$

Есептелінген нәтижеге сай әдебиеттен УКБН-0,38-150УЗ конденсаторлы батареясын таңдаймын: [10]

Кәсіпорын қосалқы станцияларын екіге бөліп ТҚС1-ТҚС2 және ТҚС3-ТҚС4 трансформаторлы деп қабылдаймыз. Цехтарды, олардың жүктемелерін ескеріп, қуаттарына және қажеттілігіне байланысты топтарға жинаймын. Заводтың жалпы жоспарында ТҚС1-ТҚС4-ны (10/0,4 кВ) орналастырамыз

**3.3-кесте - ТҚС бойынша цехтың төмені кернеу жүктемелерін өзеруін есептеу**

| № | № ТҚС нөмері | $P_{р0,4}$, кВт | $Q_{р0,4}$, кВАр | $S_{р0,4}$, кВА | $K_{жүк}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>3 | ТҚС №1-2<br>(2х400)<br>S=2х400=800 кВА<br>$Q_{НБК}$=2х150=300 кВар | 372,4<br>305.39<br>677,79 | 296,2<br>199.56<br>495,76<br>-300 | | |
| | | 677,79 | 195,76 | 705.49 | 0,68 |
| 2<br>4<br>5 | ТҚС № 3-4<br>(2х400) | 228,29<br>116,4<br>61,53 | 152,55<br>58.2<br>35,5 | | |

**3.3-кестенің жалғасы**

| № | № ТҚС нөмері | $P_{р0,4}$, кВт | $Q_{р0,4}$, кВАр | $S_{р0,4}$, кВА | $К_{жүк}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 6<br>7<br>8<br>жарық | S=2х400=800 кВА<br>$Q_{НБК}$=2х150=300кВАР | 39.23<br>43,22<br>16,5<br>4,35 | 25.54<br>27,05<br>9,26<br>2,17<br>310,27<br>-300 | | |
| | Зауыт б/ша қортынды | 509,52 | 10,27 | 509,62 | 0,7 |

*$Q_{нбк}$ құрылгыларын ТҚС-ң реактивті жүктемесіне пропорционал тарату*

Бастапқы есептелген нәтижелерден 0,4кВ кернеудегі реактивті қуатты және ТКБ сының мәнін аламыз: $Q_{р\ 0,4}$=806.3 кВАр; $Q_{нбк}$=486,3 кВАр.

ТҚС1- ТҚС2: $Q_{р\ ТҚС\ 1\text{-}2}$=495,76кВАр, $Q_{р\ нбк\ ТҚС\ 1\text{-}2}$= 195,76

$$Q_{р\ нбк\ тп1\text{-}2} = \frac{Q_{нбк} \cdot Q_{р\ тп1\text{-}2}}{Q_{р\ 0,4}} = \frac{486,3 \cdot 495.76}{806.3} = 299,005 \quad кВАр\ .$$

УКБН-0,38-150-50УЗ

НБК тандалғаннан кейінгі нақты реактивті қуат:

$$Q_{ф\ ТП1\text{-}3} = 2\times150 = 300кВАр.$$

$$Q_{неск} = Q_{р\ ТП\ 1\text{-}2} - Q_{ф\ ТП\ 1\text{-}2} = 495,76\text{-}300 = 195,76кВАр.$$

ТП4: $Q_{р\ ТП\ 3\text{-}4}$= 310,27 кВАр, $Q_{р\ нбк\ ТП\ 3\text{-}4}$ = 10.27

$$Q_{РнбкТП\ 3\text{-}4} = \frac{Q_{нбк} \times Q_{р\ тп\ 3\text{-}4}}{Q_{р\ 0,4}} = \frac{486,3 \cdot 310.27}{806.3} = 187,13\ кВАр\ .$$

УК4-0,38-100 УЗ

НБК тандалғаннан кейінгі нақты реактивті қуат:

:

$$Q_{ф\ ТП4} = 2\times100 = 200\ кВАр.$$

$$Q_{неск} = Q_{р\ ТП\ 4} - Q_{ф\ ТП\ 4\text{-}7} = 310,27\text{-}200 = 110,27\ кВАр.$$

ТҚС бойынша $Q_{НБК}$ таңдалғаннан кейінгі таратудың есептік нәтижесі кестеге енгіздім.

**3.4-кесте - ТҚС бойынша $Q_{НБК}$ қуаттарын қортындылау**

| ТҚС номірі | $Q_{P_{тп}}$ кВАр | $Q_{рНБК}$, кВАр | $Q_{НБК_{ТПскомп}}$, кВАр | $Q_{нескомп}$, кВАр |
|---|---|---|---|---|
| ТҚС № 1-2 | 495,76 | 299,05 | 300 | 195,76 |
| ТҚС № 3-4 | 310,27 | 187,13 | 200 | 110,27 |
| Қортынды | 806,3 | 486,18 | 500 | 306,03 |

ТҚС-ларға ТМН-400-10/0,4 типті трансформаторы таңдалды (3.5-кесте).

**3.5-кесте - Трансформатордың құжаттық көрсетілімдері**

| Трансформатор типі | $S_H$, $кВ \cdot А$ | $I_{XX}$, % | $U_{КЗ}$, % | $\Delta P_{КЗ}$, кВт | $P_{XX}$, кВт |
|---|---|---|---|---|---|
| ТМ-400-10 /0,4 | 400 | 2,1 | 4,5 | 0,95 | 5,5 |

Таңдалған трансформаторларына сәйкес ТҚС1-4 дағы активті және реактивті қуаттың шығындарын анықтау.

ТҚС 1-2: $К_{жүк}$=0,68; Саны -N=2;

Активті қуат шығыны: $\Delta Pm = (5{,}5 + 0{,}95 \cdot 0{,}68^2) \cdot 2 = 13{,}82 \ кВт;$

Реактивті қуат шығыны $\Delta Qm = 0{,}01 \cdot (3 + 4{,}5 \cdot 0{,}68^2) \cdot 2 \cdot 400 = 63{,}69 \ кВар.$

ТҚС 3-4: $К_{жүк}$=0,7; Саны- N=2;

Активті қуат шығыны: $\Delta Pm = (5{,}5 + 0{,}95 \cdot 0{,}7^2) \cdot 2 = 11{,}93 \ кВт;$

Реактивті қуат шығыны: $\Delta Qm = 0{,}01 \cdot (3 + 4{,}5 \cdot 0{,}7^2) \cdot 2 \cdot 400 = 40{,}56 \ кВар.$

ТҚС-лардағы трансформаторлардың қосынды есептік шығындары:

$$\Sigma\Delta P_{1\text{-}4}=13{,}82+11{,}93=25{,}75 \text{ кВт.}$$

$$\Sigma\Delta Q_{1\text{-}4}=63{,}69+40{,}56=104{,}25 \text{ кВАр.}$$

### 3.3 БТҚС -дағы кернеуі 10 кВ тарату шинасындағы реактивті қуатты компенсациялау

10(6) кВ кернеулі желілердегі өнеркәсіптік кәсіпорындардың есептік реактивті жүктемесі $Q_В$ тұтыну құралдарының есептік жүктемесінен 10(6) кВ Qр және 1 кВ дейінгі желінің компенсаияланбаған жүктемесінен Qт, КТП арқылы қоректенетін цехтардың реактивті қуат шығындарының ΔQ жиындарынан құралады.

$$Q=Q_р+Q_т+\Delta Q \qquad (3.6)$$

Тарату желісінің максимум жүктелу уақытындағы зарядталуға кететін қуат шығыны $\Delta Q_{зар}$ шамамен $\Delta Q_л$ желінің индуктивтілік шығынына тең сондықтан $\Delta Q_{ЗАР}$ және $\Delta Q_Л$ өзара алынып тасталады. Компенсациялық құрылғылардың қуатын есептеу ең көп жүктеме режимі үшін жүргізіледі.

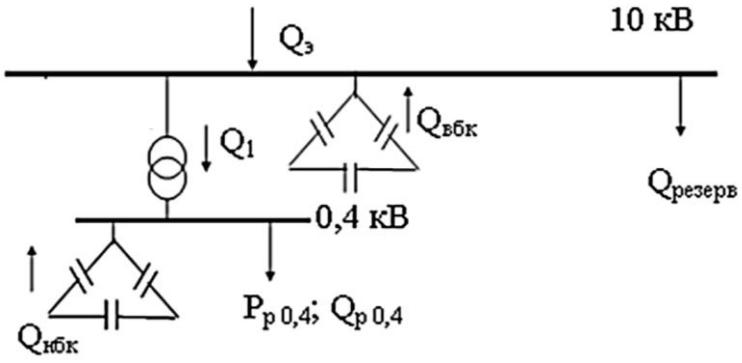
Компенсаиялық құрылғы таңдау кезінде әрбір кәсіпорынды Qв реактивті жүктемесі қосылған 10(6) кВ желі торабы ретінде ұсынуға болады және жалпы жағдайда реактивті қуаттың бес түрлі көздері бар: 10(6) кВ синхронды қозғалтқыштар ($Q_{CD}$), синхронды компенсаторлар ($Q_{СК}$) синхронды генераторлары($Q_{ТЭЦ}$), энергия жүйесі ($Q_{Э1}$) және жоғары вольтты конденсаторлық батареялар ($Q_{В.К.}$) [10]

*Кернеуі 1 кВ жоғары желілердегі конденсаторлар батареяларының қуатын анықтау.*

Әр цехтық ҚС үшін әр трансформатордың 6 не 10 кВ жағындағы компенсаияланбаған реактивті жүктеме анықтаудан басталады:

Есептеулер үшін мәліметтер: $P_{р0,4}$= 1187.3 кВт; $Q_{р0,4}$= 806.3 квар; $S_{р0,4}$= 1434,9 кВА.

БТҚС-дағы кернеуі 10 кВ шинасындағы реактивті қуатты компенсациялаудың орынбасу схемасы.




**3.2 –сурет – 10 кВ кернеулі тарату шинасындағы реактивті қуатты компенсациялаудың орынбасу схемасы.**

Резервті қуат

$$Q_{рез}=0,1\times(Q_{р0,4}+\Delta Q_{т}) = (806,3+104,25) \times 0,1 =91.055 \text{ кВар}.$$

Энергожүйеден бөлінетін қуат

$$Q_{эж}=0,25\times(P_{р0,4}+\Delta P_{транс}) = 0,25\times (1187.3 +25,75) =303,2 \text{ кВар}.$$

Кернеуі 10 кВ шинасындағы реактивті қуаттар балансын есептеп, жоғары кернеу ВБК қуатын таңдаймыз

$$Q_{ВБК}=Q_{р0,4}+\Delta Q_{т}+Q_{рез}+Q_{эж} -\Sigma Q_{НБК}=1001,605-303,2-0-500 = 198,405 \text{ кВар}.$$

Егер қуаты $Q_{ВК}$ <0 болса, оны нөлге тең қабылдау керек және тұтынушылар қосылған техникалық шарттарды берген энергия жүйесіне компенсациялық құрылғы орнату талап етілмиді.

Есептеу нәтижесі $Q_{ВБК}$ = 195,405 кВар оң сан көрсеткендіктен, ВБК: УКРМ-10,5-225-75р-150р У3 таңдаймын.

Төменгі және жоғары кернеулі жүктемелердің, БТҚС трансформатор шығындарын есептеу жүргізіп ТОО роспрокат метал құбыр зауытының жүктемелік жинақталған есебі кестеге толтырылды.

**3.6 – кесте – Метал құбыр зауытының ТҚС бойынша күштік жүктемесін жинақталған есебі**

| ТҚС-дың нөмірі | Цехтардың номері | Қабылдағыш саны | Тұтыну қуаттылығы | | $К_{ис}$ | Аусымдағы (см) макс. Жүк | | $n_{эк}$ | $К_{мах}$ | Есептелген қуаттылық | | | $К_{жүк}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | n | $Р_{мин}/Р_{мах}$ кВт | Жалпы ∑Рн кВт | | Рсм кВт | Qсм кВАр | | | $Р_{ес}$ | $Q_{ес}$ | $S_{ес}$ | |
| ТҚС № 1-2 (2х400 кВА) | 1<br>3 | 7<br>7 | 11-150<br>5-130 | 439,5<br>342,5 | | 329,6<br>256,9 | 329,6<br>192,6 | | | | | | |
| | | 14 | 5-150 | 782 | 0,7 | 513,1 | 522,27 | 30 | 1,13 | 579,8 | 574,49 | | |
| жарықтандыру аумақ.жарықтандыру. Qнбк( 2×150 кВАр) | | | | | | | | | | 18,34<br>4,35 | 9,16<br>2,17<br>-300 | | |
| жиынтығы | | | | | | | | | | 602.49 | 285.82 | 657.59 | 0,68 |
| ТҚС № 4 (2х400 кВА) | 2<br>4<br>5<br>6<br>7<br>8 | 6<br>4<br>6<br>7<br>3<br>15 | 5-100<br>30-50<br>13,2-31,5<br>2.2-22<br>11-17,5<br>1-3 | 261<br>140<br>97,5<br>47,3<br>43,5<br>17 | | 182,8<br>98<br>68,25<br>33,11<br>30,45<br>11.9 | 137,1<br>73,5<br>68,25<br>35,47<br>22,83<br>8.92 | | | | | | |
| | | 41 | 1-100 | 615,7 | 0,7 | 424,51 | 346.07 | 100 | 1,11 | 474.53 | 380.67 | | |
| жарықтандыру Qнбк (2×100кВАр) | | | | | | | | | | 14,36 | 7,17<br>-200 | | |
| жиынтығы | | | | | | | | | | 488.89 | 187,84 | 229,86 | 0,73 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| ΣΔРт, ΣΔQт | | | | | | | | | | 25.75 | 104.25 | | |
| Qвбк | | | | | | | | | | | -225 | | |
| Зауыт б/ша қортынды | | | | | | | | | | 1117.13 | 352.91 | 1171.54 | |

## 3.4 Құбыр зауытының сыртқы электрмен жабдықтауды жүйесін қайта құру.

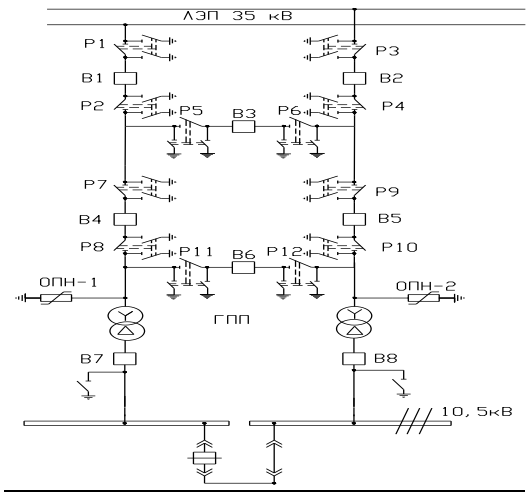
ТОО Роспрокат құбыр зауыты қорек көзі номері 124А Первомайская қосалқы станциясынан алады. Энергожүйенің қосалқы станцияда қуаты 6.3 МВА кернеулері 35/10,5 кВ екі трансформатор орналасқан. Кернеуі 10,5 кВ болатын ауа электрлік желісі арқылы қоректенеді. Қосалқы станция энергожүйесінен әуе желісі арқылы заводқа дейін 7,5 км шамаснда желі жүргізілген. Зауыт негізнен екі ауысымда жұмыс жасайды

*БТҚС трансформаторларын таңдау*

Кәсіпорындық БТҚС-ны электрмен жабдықтау сенімділігі шарты бойынша, әдетте екі трансформатормен орындалады. БТҚС трансформаторларының қуатын анықтау реактивті қуат бойынша энергиямен жабдықтаушы ұйымның режимін ескере отырып, жұмыстың қалыпты режимінде кәсіпорынның есептік жүктемесі негізінде жүргізіледі.

Апат болған жағдайда немесе бір трансформатор ажыратылған кезде тұтынушыларды сенімді электрмен жабдықтау үшін олардың қосалқы трансформатордың комегімен қоректенуі көзделеді. Бұл ретте үшінші санаттағы тұтынушылардың бір бөлігі трансформатордың жүктемесін төмендету мақсатында ажыратылуы мүмкін. Қазіргі уақытта энергиямен жабдықтаушы ұйым жобаланатын және жұмыс істеп тұрған кәсіпорындар үшін энергожүйеден энергия жүйесінің ең жоғары жүктемесі кезеңінде кәсіпорын электр желісіне берілетін оңтайлы реактивті қуатының мәнін Qэ1, квар қамтамасыздандыр керек. Егер энергия жүйесі көрсетілген кезеңде кәсіпорынды тиімді реактивті қуатпен қамтамасыз етпесе, онда кәсіпорында қуаты бар қарымталаушы құрылғылар орнатылуы тиіс. [10]

Энергожүйе қосалқы станциясының жоғарғы кернеуі. Электржабдықтау сұлбасының бірінші нұсқасы 3.3-суретте көрсетілген.




**3.3-сурет. Сыртқы электрмен жабдықтауды жүйесі**

БТҚС трансформаторларының қуатын анықтау бастапқы деректер мен Qэ1 шамасына байланысты жүктеме графигі бойынша немесе ГПП екінші кернеудегі шиналардағы толық есептік қуат бойынша жүзеге асырылады.

$$S = \sqrt{Pp^2 + Qэ^2} = \sqrt{1117{,}13^2 + 303{,}2^{\ 2}} = 1117{,}26 \ \text{кВА}.$$

Апаттық жағдайларда жұмыста қалған трансформатор сенімділіктің III санатының тұтынушыларын ажырату мүмкіндігін ескере отырып, рұқсат етілген артық жүктемеге тексерілуі тиіс. Тексеру шарты:

$$1{,}4 \cdot S_{ном.Т} > S_р. \qquad (3.7)$$

Шарт бойынша 1000 кВА қуатты екі трансформатор таңдаймын.

Жүктелу коэффициенті:

$$K_{жук} = \frac{S_{ес}}{2 \cdot Sн} = \frac{1117{,}26}{2 \cdot 1000} = 0{,}55.$$

**3.7-кесте – Трансформатордың құжаттық көрсеткіштері:**

| Трансформатор түрі | $S_{ном}$, кВ·А | $U_{ном}$, кВ | | $u_к$, % | $P_к$, кВт | $P_х$, кВт | $I_х$, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ВН | НН | | | | |
| ТМ-1000/35/10,5 | 1000 | 35 | 10,5 | 6,5 | 12,2 | 2 | 1,4 |

БТҚС трансформаторларының активті қуат шығыны:

$$\Delta P_{Тр} = 2 \cdot (\Delta P_{хх} + \Delta P_{кз} \cdot K_з^2) = 2 \cdot (2 + 12{,}2 \cdot 0{,}55^2) = 11{,}381 \quad кВт.$$

БТҚС трансформаторларының реактивті қуат шығыны:

$$\Delta Q_{Тр} = 0{,}02 \cdot (I_{хх} + U_{кз} \cdot K_з^2) \cdot Sн; \qquad (3.8)$$

$$\Delta Q_{Тр} = 0{,}02 \cdot (1.4 + 6{,}5 \cdot 0.55^2) \cdot 1000 = 67{,}325 \ \ кВАр.$$

Жұмыс істеу ауысымына сәйкес $T_{макс}$=4000 сағ. деп алынады. Максималды шығын уақыты былай есептелінеді:

$$\tau = (0{,}124 + Тмах \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = (0{,}124 + 4000 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 2405 \ \ с.$$

БТҚС трансформаторларындағы энергия шығыны:

$\Delta W=2(\Delta P_{хх}\cdot T_{вкл}+\Delta P_{кз}\cdot \boldsymbol{\tau}\cdot K_з^2)= 2\cdot(2\cdot 4000+12.2\cdot 2405\cdot 0,55^2)= 33\ 751$ кВт\сағ.

35 кВ кернеулі әуе беріліс желісінен өтетін толық қуаты

$$S_{лэп}=\sqrt{\left(P_{ес}+\Delta P_{тр\ ГПП}\right)^2+Q_{эс}^2}+S=\sqrt{1128.511^2+303.2^2}=1168.53кВА.$$

Бір фазалы желісінен арқылы өтетін есептік тоқ

$$Iес=\frac{S_{эбж}}{2\cdot\sqrt{3}\cdot Uн}=\frac{1168.53}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 37}=9,12\ A.$$

Апаттық режім тоғы

$$I_{ап}=2\cdot I_{ес}=2\cdot 9,12=18.25\ А.$$

35 кВ кернеулі әуе беріліс желісіне сымның көлденең қимасын экономикалық тоқ тығыздығымен табылады.

$$F=\frac{I_{ес}}{j}=\frac{9,12}{1}=9,12\,мм^2,$$

Мұндағы: $T_{мах}$=4000сағ. тең болғанда алюминий сым j=1 А/мм$^2$

Тәж щартын ескере отырып АС-70 сымын қабылдаймын, $I_{рұхсат}$=265А.
АС-70 сымын рұқсат етілген қыздырылу шамасына тексереміз.
Есептік ток кезінде

$$I_{рұхсат}=265А> I_{ес}=9,12\ А.$$

Апаттық режим үшін:

$$I_{рұхсат\ ап}=1,3\cdot I_{рұхсат}=1,3\cdot 265=344,5А> I_{ап}=18.25А.$$

Әуе беріліс желісінен өтетін электр энергия шығындары

$$\Delta W_{ЭБЖ}=2\cdot 3\cdot I^2\cdot R\cdot\tau=2\cdot 3\cdot(9,12)^2\cdot(38,5)\cdot 10^{-3}\cdot 2405=3852.663\,кВтсағ.$$

мұндағы - АС-70 алюминий сымы үшін меншікті кедергісі $r_0$=0,428 Ом/км

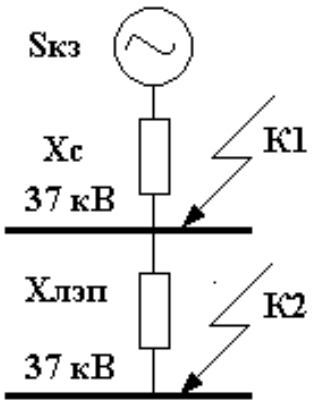
$$R=r_0\cdot L=0,428\cdot 7,5=3,21$$

Әуе беріліс желісі үшін l=7,5 км ұзындығына кедерісі R=3,21 Ом сәйкес келеді.

*U=35 кВ сөндіргіштер мен ажыратқыштарды таңдау*

Қысқа тұйықталу кезінде тізбекте токтың күрт өзгеруіне байланысты өтпелі процестер пайда болады. Осыған байланысты өтпелі процесстерді екіге бөлуге болады: периодты - бастапқы сәтте пайда болады және электр қондырғысы қорғаныстан ажыратылғанша төмендетілмейді, апериодты - бастапқы сәтте пайда болады және өтпелі процесс аяқталғаннан кейін нөлге дейін тез төмендейді. Сондықтан электр қабылдағыштарды қорғау үшін сақтадырғыш құрылғылар орнатылады.

Таңдау алдында орынбасу сұлбасынан қысқа тұйықталу нүктелерін белгілеп тұйықталу тоғын анықтаймыз.




**3.4 - сурет – Желіден кернеуі 10 кВ тарату шинасына дейінгі орынбасу сұлбасы**

Қысқа тұйықталу тогын есептеуді жуықтап есептеуге болады, бірақ есептеу қателігі 10% - дан аспауы тиіс. Қысқа тұйықталу токтарын есептеу салыстырмалы бірлікте есептейміз. Схема элементтерінің мәндерін базистік шарттарға жақын келтіреміз.

энергия жүйесінің базистік қуаты - $S_б$=1000 МВА;

базистік кернеу -$U_б$=37 кВ.

қосалқы станциядағы қысқа тұйықталу қуаты -$S_{кт}$=600 МВА

Эквивалентті жүйенің реактивті кедергісін анықтаймыз

$$X_c=S_б/S_{кт}=1000/600=1,66 \text{ с.б.}$$

Берілген базисті кернеу мен қуат арқылы базистік токты табамыз

$$I_б=\frac{S_б}{\sqrt{3}\cdot U_б}=\frac{1000}{\sqrt{3}\cdot 37}=15,6 \text{ с.б.}$$

ӘБЖ-нің реактивті кедергісі:

$$Хлэп = X_0 \cdot L \cdot \frac{Sб}{Uср^2} = 0,444 \cdot 7.5 \cdot \frac{1000}{37^2} = 2.43с.$$

к-1 және к-2 нүктелеріндегі қысқа тұйықталу тогын анықтаймыз;

**к-1**:

$$I_{K1}^{(3)} = \frac{Iб}{X_C} = \frac{15.6}{1.66} = 9.39\,kA;$$

$$i_{y1} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 9.39 = 23.8кА.$$

**к-2**:

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{Iб}{X_C + X_{ЛЭП}} = \frac{15.6}{1.66 + 2.43} = 3,81\,kA;$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 3,81 = 9,68кА.$$

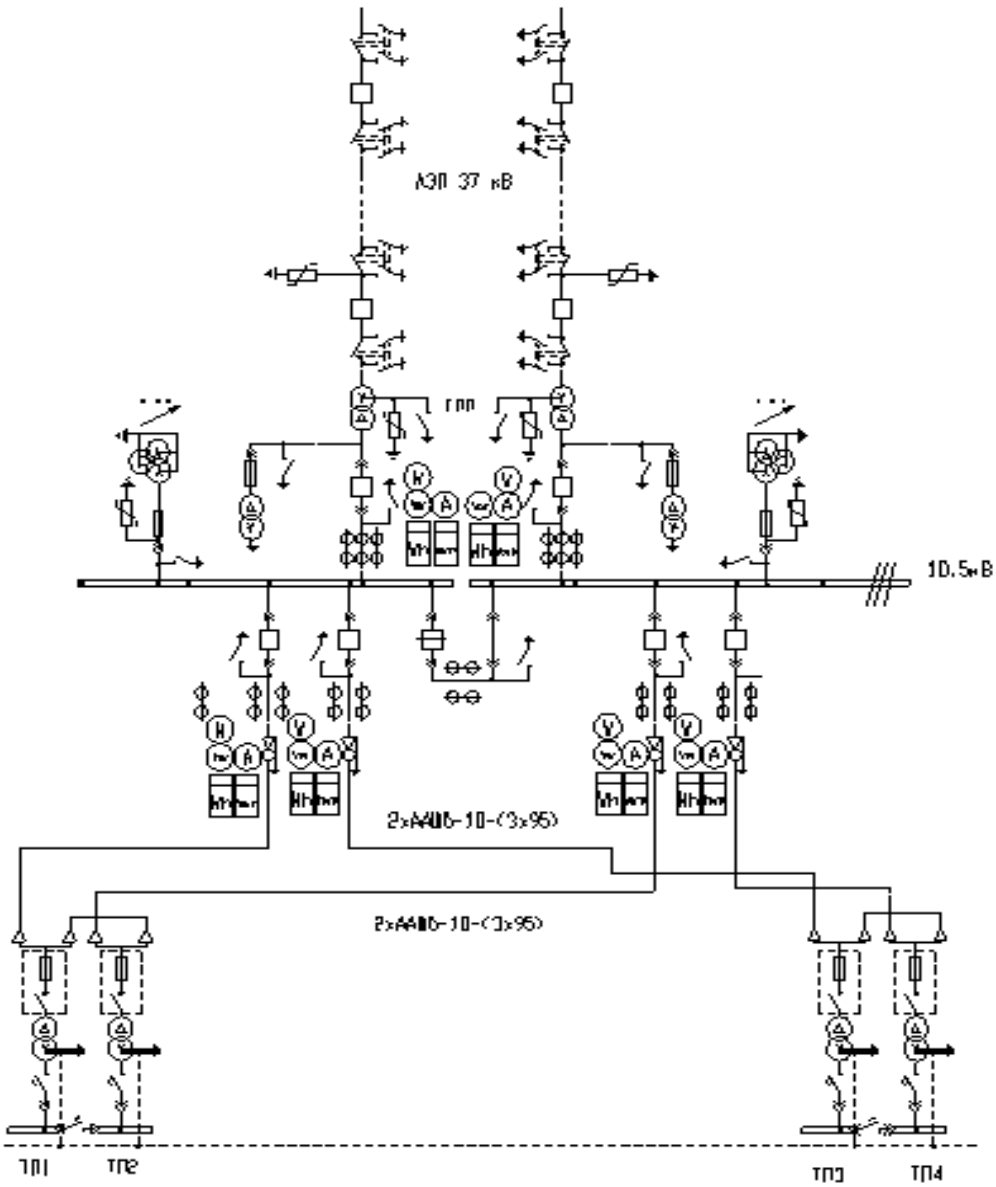
В1 тен В6 га дейінгі ажыратқыштар үшін 38РМ31-12 типті ажыратқыштар таңдалды және сәйкес тексеру;

$I_{қалыпты}$=1200А> $I_{апат}$=18,25А;
$I_{сөну}$=31,5кА> $I_{k1}$=9,39кА;
$I_{шегі}$=82 кА> $i_y$=23,8 кА;
$I_{терм}$=31,5кА> $I_{k1}$=9,68 кА;

Р1және Р10 ға дейінгі айырғыштар үшін РВЗ-35/630УЗ типті айырғыштыр тандаймыз.

$I_{ном}$= 630А> $I_{ав}$=18,25А;
$I_{дин}$=51кА> $i_y$=23,8 кА;
$I_{терм}$=20 кА> $I_{k1}$=9,68кА;

БТҚС трансформаторларын таңдағаннан соң жоғары кернеулі сөндіргіштер мен ажыратқыштарды таңдап есептелген нәтижелерге сай зауыттың электрмен жабдықтау жүйесінің бірсызықты сұлбасын қайта құрамыз.




**3.5 – сурет - Метал құбыр зауытының электрмен жабдықтау жүйесінің бір сызықты сұлбасы**

# ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысымды қорытындылайтын болсақ жумыстың маұсаты бойынша өндіріс орындарындағы реактивті қуатты компенсаиялау зерттелді. Теориялық зерттеулер негізінде алынған маңызды нәтижелер мыналар деп айтуға болады:зерттеулер барысында әдебиеттермен материалдарға шолу жасалынды;компенсациялаудың бірнеше әдістері көрсетілді; есептеудің бірнеше әдістеріне тоқталып өтілді;

- Зауыт цехтарын энергетикалық көрсеткіштері бойынша зерттелді және есептеулер жүргізілді. Нәтижесінде толық режимді жұмыс кезіндегі жүктелу көрсеткіштері Рр0,4= 1187.3 кВт; Qр0,4= 806.3 квар; Sр0,4= 1434,9 кВА.тең болды.
- Есептеулер кезінде УКБН-0,38-150-50УЗ екеу және УК4-0,38-100 УЗ екеу және кернеуі 10кВ тарату шинасына УКРМ-10,5-225-75р-150р компенсациялаушы қурылғы таңдалды. Ұсынылып отырған компенсациялаушы қурылғылардың жұмыс режимдері кезіндегі энергетикалық қасиеттерін зерттеуге мүмкіндік беретін параметрлік есептеулер көрсетілді.
- Есептеу барысында ондағы элементтердің параметрлерін компенсацилаушы құрылғысын пайдаланудағы нәтижелері көрсетілді. Нәтижесінде шамамен 725 кВар реактивті қуат компенсацияланады.
- Алынган натижеге байланысты электрлік құрылгылар тандалып, яғни трансформаторлар , конденсатор батареялары және қорғаныс құралдары таңдалып тиімді схемалары дайндалды

Менің негізгі дипломдық жұмыс барысында өндіріс орындарының қуатын реттей келе, реактивті қуаттың өте аз болуын, үлкен қуатта жұмыс істейтін электр қабылдағыштардың және жоғары сапада жумыс істеуін , соған қарамастан шығындардың аз болуы шаралары жүргізілді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] Минин Г.П. Реактивная мощность. – М.: Энергия, 1978. – 88с.

[2] Супронович Г. Улучшение коэффициента мощности преобразовательных установок: Пер. с польск. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 136с.

[3].«Основы электроснабжения промышленных предприятий». Фёдоров А.А., Каменева В.В.

[4] Идельчик В. И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592с.

[5] Коновалова Л.А., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528с.

[6]. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебник для учащихся техникумов. – М.: Высшая школа, 1981. – 376с.

[7] Иванов В. С., Соколов В. И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 336с.

[8] Афанасьев Е.И., Скобилев В.М. “Источники света и пускорегулирующая аппаратура” 2-е изд.перераб. М. Энергоатомиздат, 1987.

[9] Расчет электрических нагрузок в системах электроснабжения АПК: метод. указания / В. Г. Сазыкин, А. Г. Кудряков. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 54 с.

[10] «Справочник по проектированию электроснабжения» - под редакцией Ю.Г. Барыбина, Л.Е. Федорова, М.Г. Зименкова, А.Г. Смирнова.

[11] “Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования” под редакцией Ю.Г.Барыбина и др. – М. Энергоатомиздат, 1991.