

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Энергетика» кафедрасы

Абдамбаева Акмарал Маратовна

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Жоғары вольтті ажыратқыштардың доға сөндіргіш құрылғыларына талдау  
жүргізу

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Алматы 2021

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Энергетика» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ**

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор



\_\_\_\_\_ СарсенбаевЕ.А.

«\_09\_» \_06\_\_\_\_\_2021 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Жоғары вольтті ажыратқыштардың доға сөндіргіш  
құрылғыларына талдау жүргізу»

5B071800 – «Электр энергетикасы»

Орындаған:



Абдамбаева А.М.

Ғылыми жетекші  
ассоц.профессор



Жуматова А. А.

«9» маусым 2021 ж.

Алматы 2021

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау  
институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі  
PhD, қауымдастырған  
профессор



\_\_\_\_\_ СарсенбаевЕ.А.

«\_\_24\_\_» \_\_қараша\_\_ 2021 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Абдамбаева Акмарал Маратовна

Тақырыбы *«Жоғары вольтті ажыратқыштардың доға сөндіргіш құрылғыларына талдау жүргізу».*

Университет ректорының 2020 ж. «24» қарашадағы №. 2131-б, бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « 9» маусым 2021 ж

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

*а) Жоғары вольтті ажыратқыштар жайлы жалпы түсінік*

*б) Есептік бөлім*

*в) Жоғары вольтті ажыратқыштарды таңдау және талдау*


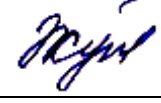
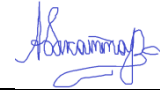
Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау*

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 6 атау

Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Жоғары вольтті ажыратқыштар жайлы жалпы түсінік	17.03.2021	Жоқ
Есептік бөлім	9.04.2021	Жоқ
Жоғары вольтті ажыратқыштарды таңдау және талдау	19.05.2021	Жоқ

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

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қолқойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	А.А. Жуматова ассистент-профессор	9.04.2021	
Технологиялық және есептік бөлім	А.А. Жуматова ассистент-профессор	19.05.2021	
Норма бақылаушы	А.О. Бердибеков, сениор-лектор	08.06.2021	

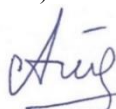
Ғылыми жетекшісі



(қолы)

/А.А. Жуматова/

Тапсырманы орындауға алған студент



(қолы)

/А.М. Абдамбаева/

Күні

«26» қараша 2020 ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыс тақырыбы жоғары вольтті ажыратқыштарға талдау жасау болып табылады. Бұл тақырыпқа сәйкес негізгі жоғары вольтті ажыратқыштар жайлы жалпы мәліметтер, жоғары вольтті ажыратқыштардың доға сөндіргіш құрылғыларына байланысты жіктелуі, құрылымы және өзіне тән артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды, өзара салыстырылды. Есептік бөлімде Талдықорған қаласында орналасқан «Заводская» қосалқы станциясы зерттелді. Жылдық жүктеме графиктері анықталды. Қысқа тұйықталу токтары есептеліп, алынған мәндер арқылы ең тиімді және барлық шартты орындайтын жоғары вольтті ажыратқыш таңдалды.

## **АННОТАЦИЯ**

Темой дипломной работы является анализ высоковольтных выключателей. В соответствии с данной темой были выявлены, сопоставлены общие сведения об основных высоковольтных выключателях, классификация, структура и характерные преимущества и недостатки высоковольтных выключателей в зависимости от дугогасящих устройств. В расчетном разделе исследована подстанция «Заводская», расположенная в г. Талдыкорган. Определены графики годовой нагрузки. Рассчитаны токи короткого замыкания и по полученным значениям выбран наиболее эффективный и выполняющий все условия высоковольтный выключатель.

## **ABSTRACT**

The topic of the thesis is the analysis of high-voltage circuit breakers. In accordance with this topic, general information about the main high-voltage circuit breakers, classification, structure and characteristic advantages and disadvantages of high-voltage circuit breakers depending on arc-extinguishing devices were identified and compared. In the reporting section, the substation «Zavodskaya», located in Taldykorgan, is investigated. The annual load schedules are defined. The short-circuit currents are calculated and the most efficient high-voltage switch that fulfills all the conditions is selected based on the obtained values.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Негізгі бөлім	8
1.1 Жоғары вольтті ажыратқыш жайлы жалпы түсінік	8
1.2 Жоғары вольтты ажыратқыштардың жіктелуі	10
1.3 Майлы ажыратқыштар	12
1.4 Ауалы ажыратқыштар	14
1.5 Вакуумды ажыратқыштар	16
1.6 Элегазды ажыратқыштар	20
2. Есептік бөлім	23
2.1 «Заводская» ҚС-ның электр қуатын тұтынуы	23
2.2 «Заводская» ҚС-ның сипаттамасы	24
2.3 «Заводская» ҚС электрлік бөлігін талдау	25
2.4 Қысқа тұйықталу токтарын есептеу	27
2.5 Жоғары вольтті ажыратқыштарды таңдау және талдау	30
Қорытынды	34
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	35

## КІРІСПЕ

Электрмен жабдықтау жүйесі-электр энергиясын өндіруге, беруге және таратуға арналған өзара байланысты электр қондырғыларының жиынтығы. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың тұтынушыларына электр энергиясын беру және тарату электр желілері арқылы жүзеге асырылады. Электр желісі-тарату құрылғыларының қосалқы станцияларынан, ток өткізгіштерден, әуе және кабельдік желілерінен, қосу, қорғау және басқару аппаратурасынан тұратын белгілі бір аумақта электр энергиясын беруге және таратуға арналған электр қондырғыларының жиынтығы.

Қазіргі заманғы кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелері мынадай талаптарды қанағаттандыруы тиіс: үнемділік пен сенімділік, пайдаланудағы қауіпсіздік пен ыңғайлылық, перспективалық дамуды қамтамасыз ететін жедел икемділік, желілік байланыстары минималды, сонымен қатар қорек көздерді тұтынушылардың электр қондырғыларына барынша жақын орналастыруы. Кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелері тұтастай алғанда авариядан кейінгі режим жағдайларында тиісті қайта қосулардан кейін барлық қосымша көздер мен резервтеу мүмкіндіктерін қолдана отырып, кәсіпорын жүктемесінің қоректенуін (белгіленген шектеулерді ескере отырып) қамтамасыз етуге қабілетті болатындай орындалуға тиіс. [1]

Электр жүйелерінде жоғары вольтты ажыратқыштар электр жабдықтарының маңызды түрлерінің бірі болып табылады. Жоғары вольтты ажыратқыштардың жұмыс істеу сапасы қалыпты және авариялық режимдерде электр энергиясын беру мен таратудың барлық жүйесінің сенімділігі мен энергия қауіпсіздігі дәрежесін анықтайды. Сондықтан жоғары вольтты ажыратқыштардың жағдайын техникалық бақылау және диагностикалау өте маңызды, бұл дамып келе жатқан ақауларды немесе ақауларды уақтылы анықтауға, содан кейін оларды тез жоюға мүмкіндік береді. Кез-келген энергия объектілерін пайдалану кезінде жоғары вольтты ажыратқыштарды диагностикалауға көп көңіл бөлу керек екені анық.

Ұлттық электр желісін - ҰЭЖ жаңғыртудың ауқымды жобасы шеңберінде "КЕГОС" АҚ Май және ауа ажыратқыштарын қазіргі заманғы элегазды және вакуумды ажыратқыштарға ауыстыруды жүргізеді, Автоматиканың микропроцессорлық құрылғылары және релелік қорғаныс қолданылады. Элегазды ажыратқыштарды қолдану желінің сенімділігін арттырумен қатар, қосалқы станциялардың өз қажеттіліктеріне жұмсалатын электр энергиясының үлестік шығындарын жылына 10 млн.кВтс тең 10% - ға төмендетуге мүмкіндік береді [2]

## 1 Негізгі бөлім

### 1.1 Жоғары вольтті ажыратқыш жайлы жалпы түсінік

Жоғары вольтты ажыратқыш - қолмен, қашықтықтан немесе автоматты басқару кезінде қалыпты немесе авариялық режимдерде энергия жүйесіндегі жекелеген тізбектерді немесе электр жабдықтарын жедел қосуға және ажыратуға арналған коммутациялық аппарат.

Жоғары вольтты ажыратқыш мыналардан тұрады: доға сөндіргіші бар контакт жүйесі, ток өткізгіш бөліктер, корпус, оқшаулағыш құрылым және жетек механизмі, олар электромагниттік, серіппелі, пневматикалық немесе гидравликалық жетектермен басқарылатын күрделі құрылым.

Жоғары вольтты ажыратқыштарға келесі талаптар қойылады:

- Есептелген токтар мен қысқа тұйықталу токтарын сенімді ажырату;
- Әрекет ету жылдамдығы, яғни ең аз уақытта ажырату қабілеттілігі;
- Жылдам әрекет ететін автоматты қайта қосу үшін жарамдылығы;
- Контактілерді тексеру жеңілдігі;
- Жарылыс және өрт қауіпсіздігі;
- Тасымалдау және пайдалану ыңғайлылығы.

Жоғары вольтты ажыратқыштар номиналды  $I_{\text{ном}}$  тогына және номиналды  $U_{\text{ном}}$  кернеуіне ұзақ уақыт төтеп беруі керек.

Номиналды кернеу  $U_{\text{ном}}$  - бұл желі мен электр жабдықтарын оқшаулау деңгейін анықтайтын стандартталған кернеу қатарындағы базистік кернеу. Әр түрлі әрекет етуші кернеулер жүйенің нүктелерінде номиналдыдан өзгеше болуы мүмкін, бірақ олар белгіленген ең жоғары жұмыс кернеулерінен аспауы керек. Ажыратқыштардың номиналды кернеуі кластарға сәйкес келетін кернеулер (кесте-1) көрсетілген.

Номиналды ток- ажыратқыштың ток өткізгіш бөліктерін ұзақ режимде қыздыру шарттары бойынша рұқсат етілетін ең үлкен токтың әсер етуші мәні болып табылады және келесі мәндер қабылданады: 200; 400; 600; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000; 10000; 12 500; 16 000; 20 000; 25 000; 31 500 А. [3]



## 1.1-кесте-Номиналды кернеулеркласстары

Номиналды фаза аралық (сызықтық) кернеу, әсерлік мәні, кВ	Ең үлкен қолданыстық кернеуі (МЭК бойынша номиналды кернеу), әсерлік мәні, кВ
3	3,6
6	7,2
10	12
15	17,5
20	24
35	40,5
110	126
150	172
220	252
330	363
500	525
750	787
1150	1200

Ажыратқыштар үшін келесі параметрлер орнатылады:

1) Номиналды ажырату тогы  $I_{откл}$  - ең үлкен қысқа тұйықталу тогы (әсерлік мән), оны ажыратқыш белгілі бір қалпына келтірілетін кернеу жағдайында және белгілі бір жұмыс циклінде ең жоғары жұмыс кернеуіне тең кернеу кезінде өшіре алатын қабілеттілігі

2) Термиялық беріктілік және электродинамикалық беріктілік ідин (әрекет етуші мән), ідин - ең үлкен ток (амплитудалық мән) токтарымен сипатталатын өтпелі токтарға төзімділік);

Өндіруші зауыт электродинамикалық кедергіге тең токқа төтеп бере алатын ажыратқыштарды шығаруы керек .

3) Номиналды қосу тогы-тиісті жетегі бар ажыратқыш  $U_{ном}$  және берілген циклде контактілерді және басқа зақымдануларды дәнекерлеусіз қосуға қабілетті қысқа тұйықталу тогы. Каталогтарда осы токтың әрекет етуші мәнін және оның амплитудалық мәнін береді . Ажыратқыштар келесідей шарттар сақталатын етіп жасалған:

$$I_{вкл.ном} \geq I_{откл.ном} \quad (1.1)$$

4) $t_{св}$  - Өзіндік өшіру уақыты, өшіру командасы берілген сәттен бастап доға сөндіргіш контактілерінің байланысын тоқтатқанға дейінгі уақыт аралығы.

Ажырату уақыты - құрылғының барлық полюстеріндегі доғаны сөндіруге команда беруден бастап сөндіруге дейінгі уақыт аралығы.

## 1.2 Жоғары вольтті ажыратқыштың жіктелуі

Электр доғасы электр энергиясының ең қауіпті және толықтай зерттелмеген қауіпті құбылыстардың бірі болып табылады. Электр жүйесінің кернеуі неғұрлым жоғары болса, кернеу астында орналасқан сымдар мен жабдықтардың аумағында немесе жанында жұмыс істейтін адамдар үшін қауіп соғұрлым жоғары болады. Шағын кеңістіктегі жылудың үлкен мөлшерінің шоғырлануы доғаны жабдық үшін де, қызмет көрсететін персонал үшін де қауіпті факторлардың бірі етеді.

Электр доғасының кернеуі 1 кВ-тан жоғары электр қондырғыларында пайда болады, ал коммутация кезінде 0,4 кВ тізбекте қауіпті емес ұшқын разряды пайда болады. Жоғары кернеулі ажыратқыштардың арнайы доға сөндіргіш камерасы болады. Доғаны сөндіру принципі мен құрылым ерекшеліктері бойынша ажыратқыштар: майлы, аз майлы, ауалық, электромагниттік, вакуумдық, элегазды болып жіктеледі. [4]

### 1.2-кесте-Жоғары вольтті ажыратқыштардың артықшылығы мен кемшілігі

Ажыратқыш типі	Артықшылығы	Кемшілігі
Майлы бактік	Құрылымының қарапайымдылығы, Жоғары өшіру қабілеттілігі, кірістірілген ток трансформаторларын орнату мүмкіндігі	Жарылыс және өрт қауіптілігі, техникалық қызмет көрсетудегі қолайсыздық, майдың деңгейін және күйін мерзімді түрде тексеру қажеттілігі, май көлемінің үлкендігі және оны ауыстыруға кететін уақыттың ұзақтығы, жылдам әрекет ететін АҚҚ-ны жүзеге асыру мүмкінсіздігі, массаның үлкенділігі, тасымалдаудың және монтаждың қолайсыздығы

1.2-кестенің жалғасы

Ажыратқыш типі	Артықшылығы	Кемшілігі
Аз майлы	Май мөлшерінің аздығы, салыстырмалы түрде массасының аздығы, ыңғайлы, доға сөндіргіш контактілеріне қол жетімділік	Жарылыс және өрт қауіптілігі, техникалық қызмет көрсетудегі қолайсыздық, майдың деңгейін және күйін мерзімді түрде тексеру қажеттілігі, май, жылдам әрекет ететін АҚҚ-ны жүзеге асыру мүмкінсіздігі, салыстырмалы түрде өшіру қабілеттілігі төмен
Ауалы	Жарылыс, өрт қауіпі жоқ, тез әрекет етуі, өшіру қабілеттілігі жоғары, желінің сыйымдылық токтарын сенімді түрде өшіруі, контактілерінің тозуы аз, доға сөндіргіш камерасына қол жетімділігі	Компрессорлық қондырғының қажеттілігі, құрылымының күрделілігі, қымбат, кірістірілген ток трансформаторлардың орнату күрделілігі
Электромагнитті	Доғаны сөндіру үшін ешқандай орта қажет емес, жарылыс және өрт қауіпі жоқ, доға сөндіргіш контактілерінің аз тозуы, жиі коммутацияларға жарамдылығы, өшіру қабілеттілігі жоғары	Құрылымының күрделілігі, номиналды кернеудің жоғарғы мәнінің шектеулілігі (20кВ-тан жоғары емес), сыртқа орнату жарамдылығының шектеулілігі

## 1.2-кестенің жалғасы

Ажыратқыш типі	Артықшылығы	Кемшілігі
Вакуумды	Құрылымының қарапайымдылығы, сенімділігі жоғары, коммутациялық тозу төзімділігі жоғары, массасы, өлшемдері үлкен емес, жарылыс және өрт қауіпі жоқ, экология, қоршаған ортаға зиянсыздығы, эксплуатациялық шығындарының аздығы.	Номиналды токтар мен өшіру токтар мәндерінің аздығы, коммутациялық шамадан тыс жүктелуі
Элегазды	Өрт қауіпі жоқ, тез әрекет етуі, өшіру қабілеттілігі жоғары, доға сөндіргіш контакттерінің аз тозуы	SF6 тазартуға, айдауға, толтыруға арналған құрылғының қажеттілігі, құны жоғары

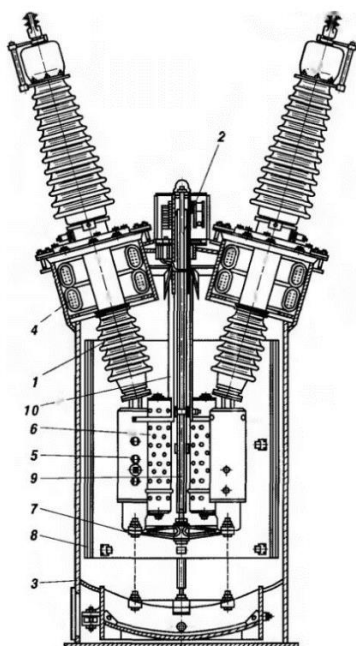
## 1.3 Майлы ажыратқыш

Доға сөндіргіш құрылғылардың жұмыс принципі. Дәстүрлі майлы ажыратқыштардың доға сөндіргіштеріндегі доғаны сөндіруі майдың ыдырауы мен булануы нәтижесінде пайда болған газ-бу қоспасының ағыны көмегімен тиімді салқындату арқылы жүзеге асырылады. Майдың мақсатына байланысты майлы ажыратқыштарды екі негізгі топқа бөлуге болады:

-Бактік (үлкен көлемді) майлы ажыратқыштардағы май токөткізгіш бөліктерді жерге тұйықталған бактан оқшаулау және сөндіру мақсатында қолданылады.

- Аз майлы (аз көлемді) май ажыратқыштарындағы май бір полюстің ашық контакттері арасындағы тек доғаны сөндіру және оқшаулау үшін қолданылады.

10кВ дейінгі кернеу кезінде (35кВ дейінгі ажыратқыштардың кейбір түрлерінде) ажыратқышта барлық үш фазаның түйіспелері орналасқан бір бак болады, үлкен кернеу кезінде әрбір фаза үшін жеке бак қарастырылады.



1-кіріс; 2- жетек механизмі; 3-бак; 4 -ток трансформаторы; 5-доға сөндіргіш камера; 6-шунттаушы резистор; 7-траверстер; 8-бактік оқшаулама; 9-штанга; 10-бағыттаушы құрылғы

### 1.1-сурет-Бактік майлы ажыратқыштың конструкциясы

Жүйе іске қосылған кезде алдымен доға камерасының контактісі ажыратылады. Жоғары кернеулі желінің контактісі ажыраған кезде жоғары температураның әсерінен майды ыдырататын доға пайда болады. Доға майға әсер еткен кезде онда доғаның өзі орналасқан газ көпіршігі пайда болады. Пайда болған көпіршік 70% сутектен тұрады және бұл күйдегі газ қысыммен айналады. Сутектің және жасанды түрде жасалған қысымның әсерінен контакті ажыраған кезде пайда болған доғаның деионализациясы пайда болады. Майлы ажыратқыш осындай тәсіл арқылы тізбекті ажыратады.

Үш бакті ажыратқыштың жұмыс принципі жоғары кернеулі желіде қолдануға байланысты сәл өзгеше болып келеді. Кернеуі 35 кВ-тан жоғары желіде қолданылатын май ажыратқыштарда доғаны сөндіру камерасында үрлеуді тудыратын арнайы механизм болады. Доға сөндіру жүйесі бірнеше жұмыс режимдерінен тұруы мүмкін.

Құрылымдық схемалар және майлы ажыратқыштар қолданылатын жерде (сериялар бойынша)

МА-дың келесі негізгі сериялары бар:

ВМП. Бұл майлы аспалы ажыратқыштар. Онда доға сөндіргіш байланыстар резервуардың ішінде орналасқан. Жабық КРУ 6-10 кВ үлкен ажыратылатын токтарда қолданылады.

ВК-майлы колонкалы ажыратқыш. КРУ-да қолданылады.

ВГМ- үлкен токтарды өшіру үшін қолданылады. Осы типтегі құрылғыларда 2 жұп жұмыс және доғалы контактілері бар.

ВМУЭ-колонкалы. 35 кВ қондырғыларда қолданылады.

ВМТ-110 және 220 кВ қондырғыларда қолданылады.

**Артықшылықтары:**

Осы типтегі доғаны сөндіру жүйесі бірқатар ерекшеліктерге ие, сондықтан ол көптеген электр тізбектерінде қолданылады. Артықшылықтарына мыналар жатады:

- Тізбекті ажыратудың жоғары тиімділігі жабдықты жоғары кернеулі желілерде пайдалануға мүмкіндік береді.

- Конструкциясының қарапайымдылығы оны сенімді және жеңіл жөндеуге мүмкіндік береді. Майлы ажыратқыштарды жөндеуді тек кәсіби мамандар жүргізуі керек, өйткені мұндай жабдық автоматты басқару жүйесінен немесе оператордан маңызды команданы орындауға жауап береді. Сондай-ақ, салыстырмалы түрде құны төмен.

**Кемшіліктері:**

Контактілер ажыраған кезде пайда болатын электр доғасын сөндіру жүйесінің көп қолдануына қарамастан, оның бірнеше кемшіліктері бар:

- Қойылған міндеттердің сенімді орындалуын қамтамасыз ету үшін майдың көп мөлшерінің қажеттілігі.

- Сәйкесінше доға сөндіргіш габариттерінің үлкендігі.

- Өрт қаупі. Бұл доғаның пайда болуы кезінде майдың температурасы көтерілетіндігіне байланысты. Егер жұмыс сұйықтығының мөлшері ұсынылған деңгейден аз болса, онда қайнау және өртену қаупі бар.

## **1.4 Ауалы ажыратқыштар**

Жоғары техникалық сипаттамаларына байланысты ауалық ажыратқыштары электр жүйелерінде кеңінен қолданылады. Құрылымдық жағынан, ауалық ажыратқыштар ішкі және сыртқы қондырғыларда заманауи жоғары вольтты тарату құрылғыларының әртүрлі жұмыс жағдайларына жақсы бейімделген. Ауаның жеткіліксіз жоғары электрлік беріктігі ( $E = 20 \text{ кВ/см}$ ) кернеуі 350-500 кВ модульдерді алуға мүмкіндік бермейді, сондықтан соңғы уақытта басқа доға сөндіргіш ортаны-элегазды пайдаланатын ажыратқыштар қарқынды түрде дамып келеді. 35 кВ және одан жоғары кернеудегі ауа ажыратқыштары қысқа тұйықталудың үлкен токтарын өшіруге арналған. 15 кВ кернеуге арналған ауа ажыратқыштары электр станцияларында генератор ретінде қолданылады. Олардың артықшылықтары: өнімділік, үлкен өшіру қабілеті, резервуар май қосқыштарымен салыстырғанда аз массасы. Кемшіліктері: үлкен ауа шаруашылығының болуы, жарылыс қаупі, кіріктірілген ток трансформаторларының болмауы, құрылғы мен жұмыстың күрделілігі.

Ауалы ажыратқыштарында доғаны сөндіру 2-4 МПа қысымда сығылған ауамен жүреді, ал ток өткізгіш бөліктер мен доға сөндіргіш құрылғыны оқшаулау фарфор немесе басқа қатты оқшаулағыш материалдармен жүзеге асырылады. Ауалы ажыратқыштарының құрылымдық схемалары әртүрлі және олардың номиналды кернеуіне, ажыратылған күйдегі контактілер арасында оқшаулау аралығын құру әдісіне, сығылған ауаны доғалы сөндіргішке беру әдісіне байланысты. Ауаны дайындау

Ауа ажыратқыштарымен жабдықталған тарату құрылғысы жоғары қысымды ауаны дайындау, оны тазарту үшін қондырғыны қажет етеді. Ауадағы шаң клапандарды бітеп тастайды, ағып кетуді тудырады, оқшаулау кернеуін азайтады. Ылғалдылық әсіресе қауіпті, ол температура төмендеген кезде түтіктерде конденсациялануы мүмкін.

Соңғы уақытта ауа ажыратқыштарын элегазбен ауыстыру жиілігі байқалады. Мысалы, қалыпты климаттық орындалымдағы 110 және 220 кВ ауа ажыратқыштары өндірістен алынып, элегаз ажыратқыштармен ауыстырылды.

Мақсаты бойынша ауалы ажыратқыштары мынадай топтарға бөлінеді:

- электр желілерінде қолданылатын және тізбек жұмысының қалыпты жағдайларында және ҚТ жағдайларында токты өткізуге және коммутациялауға арналған 6 кВ және одан жоғары кернеудегі желілік ажыратқыштар;

- генераторларды қосу үшін қолданылатын және қалыпты токтарды өткізуге және коммутациялауға арналған 6-24 кВ кернеуге арналған генераторлық ажыратқыштар

- қалыпты, сондай-ақ авариялық режимдерде жұмыс істеуге арналған кернеуі 6-220 кВ электртермиялық қондырғыларға арналған ажыратқыштар;

- арнайы мақсаттағы ажыратқыштар.



## 1.2-сурет-Ауалы ажыратқыш

### *Жұмыс істеу принципі*

Ажыратқыштың жұмысы электр доғасын үрлеу арналарына берілетін сығылған ауа қоспасының жылдам ағынымен сөндіру принципіне негізделген. Ауа ағынының әсерінен разряд бағанасы созылып, соққы арналарына

жіберіледі, сол жерде ол толығымен сөнеді. Доға сөндіргіш камералардың құрылымы үрлеу арналарының өзара орналасуымен де, ашылатын контактілермен де ерекшеленеді.

#### *Қолдану аясы*

Осы типтегі ажыратқыштардың қолдану аясы өте кең. Болашақта жаңа технологияларды қолдану есебінен жағдай біршама өзгеруі мүмкін, бірақ қазір ауалы ажыратқыштар келесі міндеттерді шешу үшін сұранысқа ие болып отыр:

- 35,0 кВ-тан және 100,0 кА-ға дейінгі ажырату токтарымен тізбектерді коммутациялау.

- электр жабдықтарын соққы генераторымен сынау кезінде тізбекті тез ажырату. Ауа ажыратқыштарының кейбір модельдерінің жылдамдығы бір периодқа жетуі мүмкін (айнымалы токтың жұмыс жиілігі негізге алынады – 50 Гц).

Артықшылықтары мен кемшіліктері

Ауа ажыратқыштарының ұқсас функциялары бар балама құрылғыларға карағанда көптеген артықшылықтары бар.

- Жоғары жылдамдық.
- Ажыратудың жақсы көрсеткіштері.
- Ұзақ қызмет мерзімі.
- Өрт қауіпсіздігінің жоғары деңгейі.

Ал негізгі кемшіліктері:

- Жабдықтың жоғары құны және орнатуы қымбат.
- Компрессорлық жабдықтың қажеттілігі. [4]

## **1.5 Вакуумды ажыратқыштар**

Электр желілерінен жеткізілетін энергияның сапасын арттыру үшін тарату құрылғылары қазіргі заманға сай жабдықталған вакуумды доғасөндіргіш ортасы бар жоғары вольтті ажыратқыштармен жабдыкталады. Ескірген ажыратқыштардан сапалы айырмашылықтың арқасында вакуумдық жабдық жаңадан салынған қосалқы станцияларға орнатылады.

Вакуумдық доға сөндіргіш құрылғылардың бірқатар артықшылықтары доғаны сөндірудің неғұрлым тиімді принципімен негізделеді, энергожүйенің авариялық режимдерінің алдын алу үшін алғышарттар жасайды және қызмет көрсетуге жұмсалатын шығындарды едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

#### *Құрылымы және жұмыс принципі.*

Вакуумдық ажыратқыштар жоғары вольтты электр желілерінде коммутациялық операцияларды жүргізуге арналған. Вакуумдық ажыратқыш құрылымдық жағынан үш бөлек полюстен немесе бағаннан тұрады (әр фазада біреу). Барлық колонкалар полимерден, фарфордан немесе текстолиттен жасалған тіреуіш оқшаулағыш арқылы бір жетекке орнатылады. Олардың әрқайсысында ошиновканы қосу үшін екі шығыс бар.





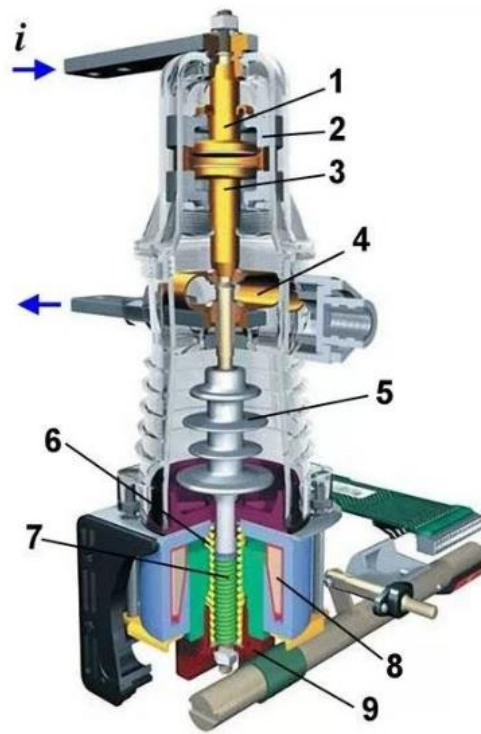
### 1.3-сурет-Вакуумды ажыратқыш

*Вакуумдық ажыратқыштың құрылғысы.*

Төмендегі суреттен құрылғы ішінде полюстердің тиісті потенциалына келтірілген екі контактіден тұратындығын көруге болады. Олардың бірі жылжымалы, екіншісі стационарлы, ажыратқыштардың басқа түрлеріндегідей орындалады. Вакуумды ажыратқыштың күштік контактілері вакуумды ұзақ уақыт бойы (бірнеше ондаған жыл) сақтауға қабілетті герметикалық камераның ішінде орналасады.

Ол үшін камераның құрамына арнайы металл қорытпалары мен керамикалық қоспалар кіреді.

Заманауи технологиялар резервуардағы вакуумды, оның ішінде коммутация кезінде болатын динамикалық жүктемелерді ескере отырып сақтауға мүмкіндік береді. Жоғары сирек кездесетін газ ортасының күйін үнемі ұстап тұру үшін, вакуумдық камераның ішінде құрылғы сифонды компонентпен жабдықталған. Бұл жылжымалы контакт қозғалған кезде вакуумдық камераға ауаның немесе басқа газдың ену мүмкіндігін болдырмайды.



1-жылжымайтын контакт; 2-доға сөндіргіш камера; 3-жылжымалы контакт; 4-иілгіш токалғыш(токосъем); 5- тартқыш оқшаулама; 6-сөндіруші пружина; 7-қосымша пружина; 8-қосу электромагниті; 9-якорь.

#### 1.4-сурет-Вакуумды ажыратқыштың құрылысы.

*Электр доғасын сөндіру принципі.*

Беттер арасындағы контактілер ажыраған кезде кеңістіктің иондалуы пайда болады. Егер электромагниттік үрлеу әдісі бар ауа ажыратқыштарында бұл иондану жасанды түрде бірнеше метрге созылса, ал элегазды және майлы ажыратқыштарда диэлектрлік материалмен сөндіруге тырысса, онда вакуумда басқа технология қолданылады. Вакуумдық ажыратқыштардағы доғаны сөндіру механизмі жоғары электрлік беріктікке және вакуумның күшейтілген диэлектрлік қасиеттеріне негізделген. Вакуумдық аралықта контактілер ашылған кезде электр доғасы пайда болады, ол контактілердің бетінен буланып кететін металдың арқасында сақталады. Ток нөлден өткен кезде доғаның сөнуі және вакуум саңылауының диэлектрлік қасиеттері қалпына келеді, ал ашық контактілер арасындағы доға енді пайда болмайды. Вакуумның үлкен электрлік беріктігіне байланысты доғаның сөнуі ток нөлге ауысқанға дейін пайда болуы мүмкін, бұл құбылыс токтың кесілуі деп аталады. Ағымдағы кесу желіге теріс әсер етеді, өйткені ол үлкен мәндерге жетуі мүмкін коммутациялық асқынуларды тудырады.

Вакуумдық ажыратқыштардың түрлері.

Кез-келген электр өнімдері сияқты, вакуумдық ажыратқыштар тағайындалған кернеу класына байланысты бірнеше түрге бөлінеді Оларды шартты түрде келесідей бөлуге болады:

- 6 - 10 кВ-тағы құрылғылар;
- 35 кВ -тағы құрылғылар;
- 110 - 220 кВ- тағы құрылғылар.

### *Қолдану аясы*

Егер КСРО-да шығарылған алғашқы модельдер вакуумдық камераның конструкциясының жетілмегендігіне және контактілердің техникалық сипаттамаларына байланысты салыстырмалы түрде аз жүктемелердің ажыратылуын қамтамасыз етсе, онда қазіргі модельдер әлдеқайда ыстыққа төзімді және берік беттік материалмен ерекшелене алады. Бұл барлық дерлік салаларда және халық шаруашылығында осындай коммутациялық қондырғыларды орнатуға мүмкіндік береді. Бүгінгі таңда вакуумдық ажыратқыштар келесідей салаларда қолданылады:

- Электр станцияларының да, таратушы қосалқы станциялардың да тарату электр қондырғыларында;
- Металлургияда пеш трансформаторларын қоректендіру үшін,
- Мұнай-газ және химия өнеркәсібінде айдау пункттерінде, қайта қосу пункттерінде және трансформаторлық қосалқы станцияларда;
- Тау-кен кәсіпорындарында комбайндарды, экскаваторларды және ауыр техниканың басқа түрлерін қоректендіруге арналған.

Жоғарыда аталған халық шаруашылығының кез-келген саласында вакуумдық ажыратқыштар майлы және ауалы ажыратқыш модельдерінен озып келе жатыр.

### *Ажыратқыштың эксплуатациясы*

Пайдалануға берілгеннен кейін вакуумдық ажыратқыш міндетті түрде мерзімді тексерулерден және сынақтардан өтеді. Олар техникалық пайдалану ережелерімен, сондай-ақ зауыттық нұсқаулықтармен белгіленеді. Реттеу жұмыстарынан басқа, коммутациялық қондырғы апаттық жүктемелерден ажыратылуы мүмкін, бұл контактілердің жұмыс бетіне айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін. Сондықтан, авариялық режимде іске қосылғаннан кейін қызмет көрсетуші персонал өткізгіштіктің немесе оқшаулау қасиеттерінің, номиналды сипаттамаларының және т.б. төмендеуі мүмкін екендігін көрсететін күйген жерлерді, балқымаларды, және басқа да ақауларды анықтау үшін коммутациялық құрылғыны жоспардан тыс қарап шығуға міндетті.

Вакуумдық ажыратқыштарды басқару және басқару ерекшеліктері

Басқару қашықтан да, қолмен де жүзеге асырылуы мүмкін, барлық коммутациялық операциялар командаларды өңдейтін және оларды құрылғы жетегіне жіберетін басқару блогы арқылы жүзеге асырылады. Әмбебап электромагниттік жетек жұмыс контактілерін берілген күйде ұстауға мүмкіндік береді. Барлық заманауи модельдер магниттік ысырмамен қамтамасыз етіледі, бұл оның жарамдылығына қарамастан позицияны нақты бекітуді қамтамасыз етеді. Коммутациялық аппараттың жұмысы туралы ақпарат басқару блогында көрсетіледі немесе басқару желілері арқылы жедел персонал пультіне беріледі.

Сондықтан бақылау функцияларын диспетчерлік персонал телемеханика жүйесі арқылы жүзеге асыра алады, онда барлық командалар жедел токтар арқылы жіберіледі және жеке қатысуды қажет етпейді.

*Вакуумдық ажыратқыштардың артықшылықтары мен кемшіліктері*

Артықшылықтары:

- Майлы мен ауалы ажыратқыштардан айырмашылығы салыстырмалы түрде өлшемдері кіші;

- Кішкентай өлшемдермен және жылдам ауыстыру мүмкіндігімен ерекшеленеді;

- Коммутация кезінде көп шу шығармайды;

- Камералардың кеңістіктегі жағдайына қарамастан өз функцияларын өте жақсы орындайды;

- Элегазды ажыратқыштардан айырмашылығы толығымен экологиялық таза және денсаулық үшін қауіпсіз;

- Қосымша әрекеттерді талап етпейді;

- Олар жоғары сенімділікпен ерекшеленеді.

Вакуумдық ажыратқыштардың кемшіліктері:

- Үлкен қысқа тұйықталу токтарына төтеп бере алмауы;

- Кіші индуктивті токтарды кесу кезінде шамадан тыс кернеудің пайда болуы;

- Апаттық токтарды ажыратудың коммутациялық ресурсының аздығы. [5]

## **1.6 Элегазды ажыратқыштар**

Элегазды жоғары вольтты ажыратқыштар-бұл жоғары вольтты энергиямен жабдықтау желісін бақылауға арналған жедел басқару құрылғылары. Бұл ажыратқыштардың конструкциясы майлы ажыратқыштарға өте ұқсас болып келеді, бірақ доғаны сөндіру үшін майды емес, газдардың қосындысы қолданылады. Көбінесе бұл күкірт. Майлы ажыратқыштар ерекше күтімді қажет етеді: нормаларға сәйкес майды мезгіл-мезгіл ауыстыру және жұмыс контактілерін тазарту қажет. Элегаздарға бұл қажет емес. Элегаздың басты артықшылығы-оның беріктігі: ол тозбайды және құрылғының механикалық бөліктерін аз ластайды.

Элегазды ажыратқыштар 1980 жылдан бастап қарқынды түрде өндіріле бастады және 110...1150 кВ кернеулерде және 80 кА дейінгі токтарда үлкен перспективаларға ие. Техникалық дамыған елдерде жоғары және аса жоғары кернеулі (110-1150 кВ) элегазды ажыратқыштар аппараттардың барлық басқа түрлерінің орнына қолданылып келеді. Сондай-ақ, жетекші шетелдік фирмалар 110 кВ және одан жоғары кернеу сыныптарына ашық тарату құрылғыларына арналған элегаз оқшаулағышы (КРУЭ) бар тарату құрылғыларын және элегаз ажыратқыштарын шығаруға толығымен көшті.



### 1.5-сурет-Элегазды ажыратқыштың жалпы көрінісі

SF<sub>6</sub>-элегаз (электр газы) ауамен салыстырғанда бұл газдың келесі артықшылықтары бар:

Электрлік беріктік ауадан 2,5 есе жоғары (0,2 МПа қысым кезінде элегаздың электрлік беріктігі трансформаторлық майдың беріктігіне жақын болады);

Жоғары көлемдік жылу сыйымдылығы (ауадан 4 есе жоғары)

- Элегаз-инертті газ, ол оттегімен және сутегімен әрекеттеспейді, доғамен әлсіз ыдырайды. Элегаз улы емес, дегенмен кейбір ыдырау өнімдері қауіпті.

Элегаздың кемшілігі-жоғары сұйылту температурасы. Мысалы, 1,31 МПа қысым кезінде элегаздың газ тәрізді күйден сұйықтыққа ауысуы 0 °С температурада болады. 0,35 МПа қысымында сұйылту температурасы -40 °С.электр аппараттары үшін қоспалардан жоғары дәрежеде тазартылған газ қолданылады.

Жоғары кернеулі элегазды ажыратқыштар фазаларды бір-бірінен элегаз арқылы оқшаулау есебінен жұмыс істейді. Электр жабдықтарын өшіру керек деген сигнал іске қосылған кезде, жеке камералардың контактілері ашылады. Осылайша, кіріктірілген контактілер газ ортасына орналастырылған доғаны құрайды. Ол газды жеке компоненттерге ыдыратады, бірақ сонымен бірге ол резервуардағы жоғары қысымға байланысты төмендейді. Егер жүйе төмен қысымға орнатылса, онда қысымды айдау және газды үрлеу үшін қосымша компрессорлар қолданылады. Токты теңестіру үшін қосымша шунттау қолданылады. Көрнекі түрде жұмыс схемасы келесідей көрінеді:

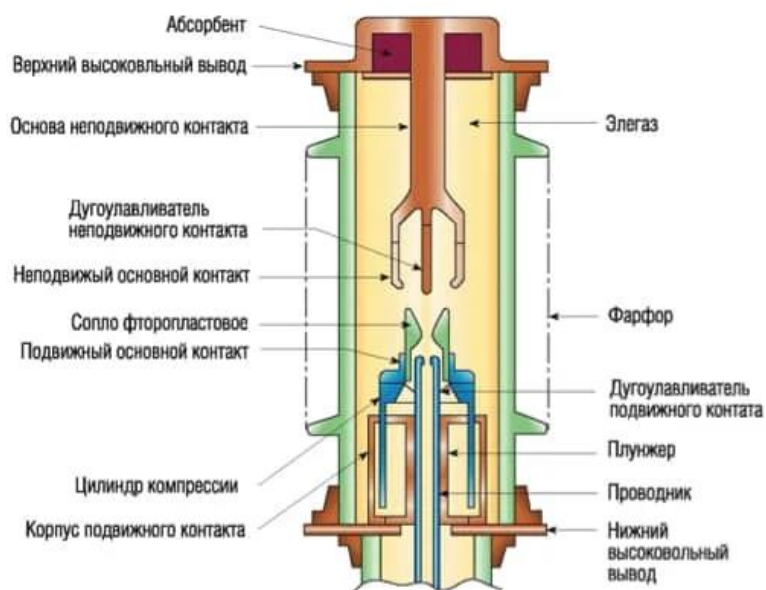


Рис. 2: Отключенное состояние

## 1.6-сурет

Коммутациялық жабдықты өндірушілер жабдықты жобалау кезінде элегаздың ерекше диэлектрлік қасиеттерін пайдаланады. SF6 негізгі мақсаты-коммутациялық жабдықта орташа және жоғары кернеуде қолдану. Жоғары кернеу саласында SF6 жақында бүкіл әлемде КРУЭ үшін қолданылатын жалғыз технология болады.

Май немесе сығылған ауаны қолданатын ескі технологиялар SF6-ның көптеген артықшылықтарына байланысты артта қалып жатыр.

Шағын коммутациялық жабдықты қажет ететін орташа кернеу аймағында SF6 жалғыз шешім болып табылады. Вакуумдық және элегазды ажыратқыштар қазіргі заманғы шешімдер болып табылады және майды қолданатын технологиялардың әсерінің төмендеуі салдарынан дамуын жалғастыратын болады. Элегазды қолданудың ықтимал нұсқаларын толығымен қамту үшін, негізінен Жапонияда танымал элегазды оқшауланған трансформаторларды және жоғары кернеулі КРУЭ технологиясына өте ұқсас технологияны қолданатын жоғары кернеулі газ оқшауланған кабельдерін атап өту керек.

Элегазды коммутациялық жабдық ықшамдылық, сенімділік, қызмет көрсету уақытын қысқарту, персоналдың қауіпсіздігі, қызмет ету мерзімі тұрғысынан тұтынушылардың талаптарына толық жауап береді.

Қызмет көрсетуге келетін болсақ, нақты уақыт режимінде жабдықтың күйін бақылауға және пайдаланушыға қызмет көрсету қажеттілігі туралы ақпарат беруге мүмкіндік беретін диагностикалық мүмкіндіктерді болжауға болады.

Күштік жабдықта пайдаланылатын SF6 тазалығын анықтауды қоса алғанда, SF6 қайта пайдалану бойынша жұмыстар жүргізілуде. Осылайша, SF6

ны жабық циклде қолдану қарастырылады, бұл оның атмосфераға шығарылуын азайтуға көмектеседі.

Элегазды ажыратқыштардың негізгі артықшылықтары мен кемшіліктерін атап өтсе:

- Майы аз ажыратқыштармен салыстырғанда пайдалану шығындарының төмендігі.

- Жарылыс және өрт қауіпсіздігі және агрессивті ортада жұмыс істеу мүмкіндігі

- Элегазды ажыратқыштардың қоршаған орта температурасының кең диапозонында жұмыс істей алу қабілеті (арнайы ажыратқыштар  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан төмен температурада жылыту құрылғыларынсыз жұмыс істей алады);

- Қысқа тұйықталу токтары ажыратылған кезде май, газ шығындары болмауына байланысты тазалық, қызмет көрсету ыңғайлылығы;

- Қоршаған ортаның ластануының болмауы;

- Элегаздағы доғаны тез сөндіруі;

- Элегаздың жоғары химиялық тұрақтылығы.

Элегазды ажыратқыштардың кемшіліктерін анықтау мүмкін емес, жалғыз кемшілік – өкпеге осы газдың белгіленген мөлшері түскен жағдайда қызмет көрсететін персоналдың элегазбен улану мүмкіндігі. Элегаздың өзі инертті, бірақ оның уытты әсер өкпеге түскенде, ол оны толтырып тастайды және ауамен шығарылмайды(элегаздың массасы ауа массасынан үлкен). [6]



## 2 Есептік бөлім

### 2.1 «Заводская» ҚС-ның электр қуатын тұтынуы

Жүктеме графиктері (тәуліктік, жылдық, маусымдық) уақыт бойынша белгілі бір аралықтағы жүктеменің өзгеруін көрсетеді. Жүктеме графиктерінің(ЖГ) негізгі міндеті-қосалқы станцияның максималды қуатын анықтау, сонымен қатар электр тұтынудың тәуліктік және жылдық көрсеткіштерін анықтау. ЖГ-тері амперметр, ваттметр сияқты электр құрылғыларының көмегімен құрылады.Электр жүктемелерінің кестесі қосалқы станциялардың негізгі жабдықтарын - трансформаторларды, компенсациялық құрылғыларды, кабельдерді таңдауға және олардың жұмысының ең үнемді режимін анықтауға мүмкіндік береді.

#### 2.1-кесте-Заводская ҚС-сының жылдық энергия тұтынуы

Айы	203 ӘЖ Заводская ҚС	204 ӘЖ Заводская ҚС
2020.01	4258590,6	5184575,55
2020.02	3862775,4	4714337,1
2020.03	4417145,7	4837819,8
2020.04	3439288,05	4325057,55
2020.05	3975307,05	3620232
2020.06	3367336,5	4214812,8
2020.07	3172679,4	4398929,7
2020.08	3996463,35	3749618,4
2020.09	2425696,35	4218147,45
2020.10	3731638,35	5083747,35
2020.11	3718240,35	5927161,35
2020.12	4272392,85	6429800,85

«Заводская»ҚС электр жабдығын асқын кернеулерден қорғанысы220 кВ жағындағы – асқын кернеуді шектегіштермен (ОПН) орындалады.

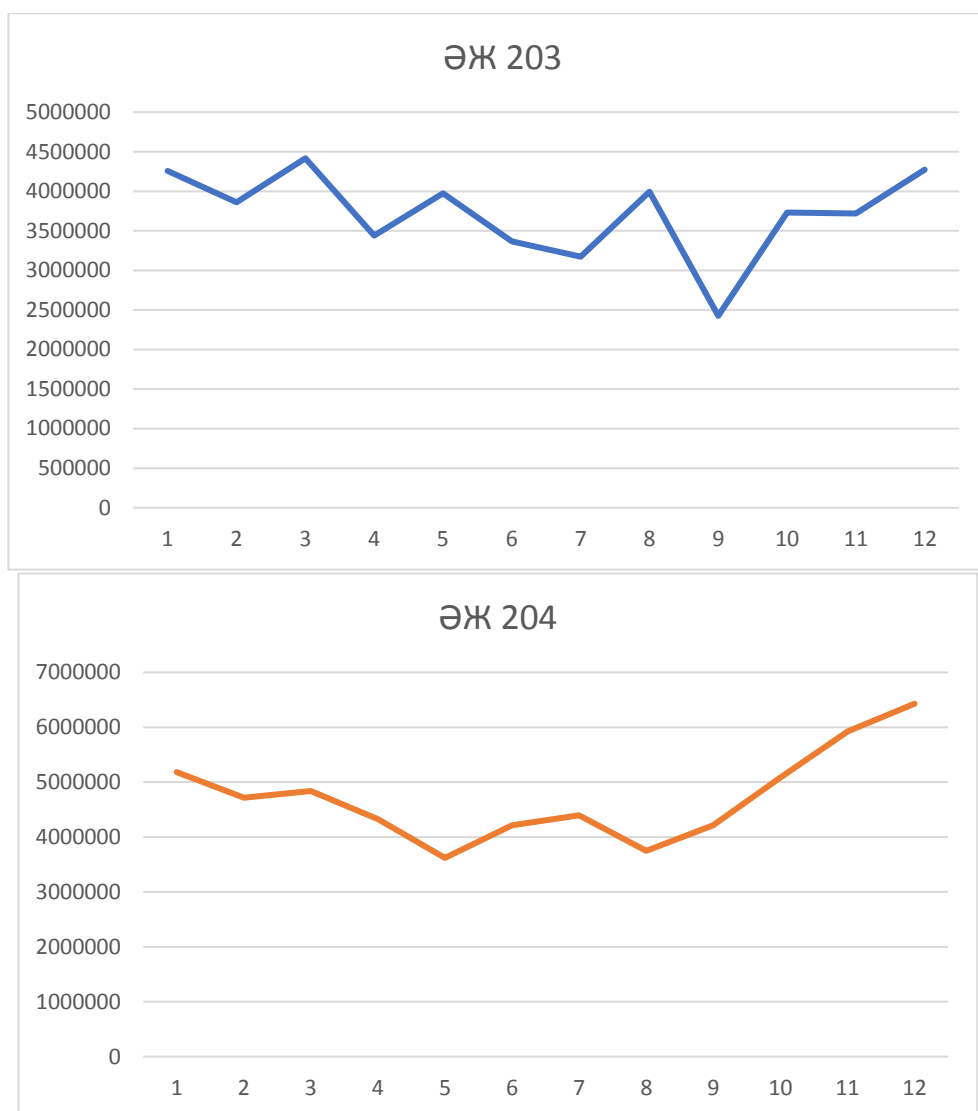
ҚС-ның жеке қажеттіліктерін қоректендіру ТСН-1,2 SC-100/10,5маркалы трансформаторлардан жүзеге асырылады.

Әрбір шинада ток және кернеуді өлшеу және бақылау үшін ток және кернеу трансформатордары қоланылады. Т-400/5 ток трансформаторлары орналастырылған.

Бір фазалы жерге тұйықталу кезінде пайда болатын оқшауланған бейтарабы бар электр желілеріндегі сыйымды токтарды компенсациялауға арналған УДГР-3 доға сөндіргіш реакторлар орналастырылған.

ҚС аумағында тұратын адамдардың қауіпсіздігі үшін қосалқы станцияның алаңы торлы қоршаумен қоршалған.





**2.1-сурет-«Заводская» ҚС-ның жылдық жүктеме графигі**

Алматы ауданының климаты континенттік және таулы-алқапты циркуляцияның әсерімен сипатталады, бұл әсіресе тау баурайларының жазыққа өту аймағында орналасқан қаланың солтүстік бөлігінде байқалады.

Климаты қоңыржай-континенттік, алайда Қазақстанның көптеген қалаларына қарағанда әлдеқайда жұмсақ. Қаңтардың орташа температурасы  $-8^{\circ}\text{C}$ , шілдеде  $22,3^{\circ}\text{C}$ . қаладағы Климат Солтүстік және Орталық Қазақстанға қарағанда әлдеқайда жұмсақ. Аяз орта есеппен 14 қазанда басталып, 18 сәуірде аяқталады. Тұрақты аяз орта есеппен 67 күн — 19 желтоқсаннан 23 ақпанға дейін сақталады. Температурасы  $30^{\circ}\text{C}$ -тан асатын ауа райы жылына орта есеппен 36 тәулікте байқалады

Желдің орташа жылдық жылдамдығы-1,2 м / с

Ауаның орташа жылдық температурасы- $9,0^{\circ}\text{C}$

Ауаның орташа жылдық ылғалдылығы — 62 %

## 2.3 «Заводская» ҚС-ның электр бөлігін талдау

ПУЭ мәліметтері бойынша, тарату құрылғысы – Бұл электр құрылғыларын, шиналарды және қосалқы құрылғыларды қамтитын электр энергиясын алуға және таратуға арналған электр қондырғылары.

Ашық ауада орналасқан тарату қондырғылары ашық деп аталады.

АТҚ артықшылықтары:

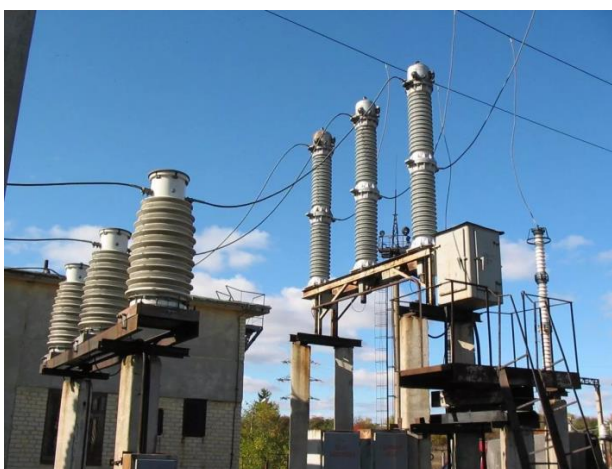
- Құрылыс-монтаждау жұмыстарының аздығы;
- Құрылыс материалдарын үнемдеу;
- капиталды шығындары аз;
- Аз уақытта қолданысқа енгізілу мүмкіндігі;

АТҚ кемшіліктері:

- ажыратқыштарды ауыстырып қосу және аппараттарды қадағалау кез келген ауа-райында ауада жүргізілетіндіктен қызмет көрсету ыңғайлы емес;
- ЖТҚ-дан айырмашылығы құрылымның үлкен аудан қажет ететіндігі ;
- Электр аппараттарының температуралық және атмосфералық апаттар, бұл олардың жұмысын қиындатады және арнайы конструкциялы құрылғыларды (сыртқы қондырғы үшін) қолдануға мәжбүр етеді;
- Құны арзан емес.

Жоғарыда айтылғандай, «Заводская» қосалқы станциясына орнатылған жабдық физикалық және моральдық тұрғыдан ескірген, сондықтан «Заводская» қосалқы станциясында төтенше жағдайлар орын алады. 220 кВ (АТҚ) жағында келесі жабдықтар орнатылды:

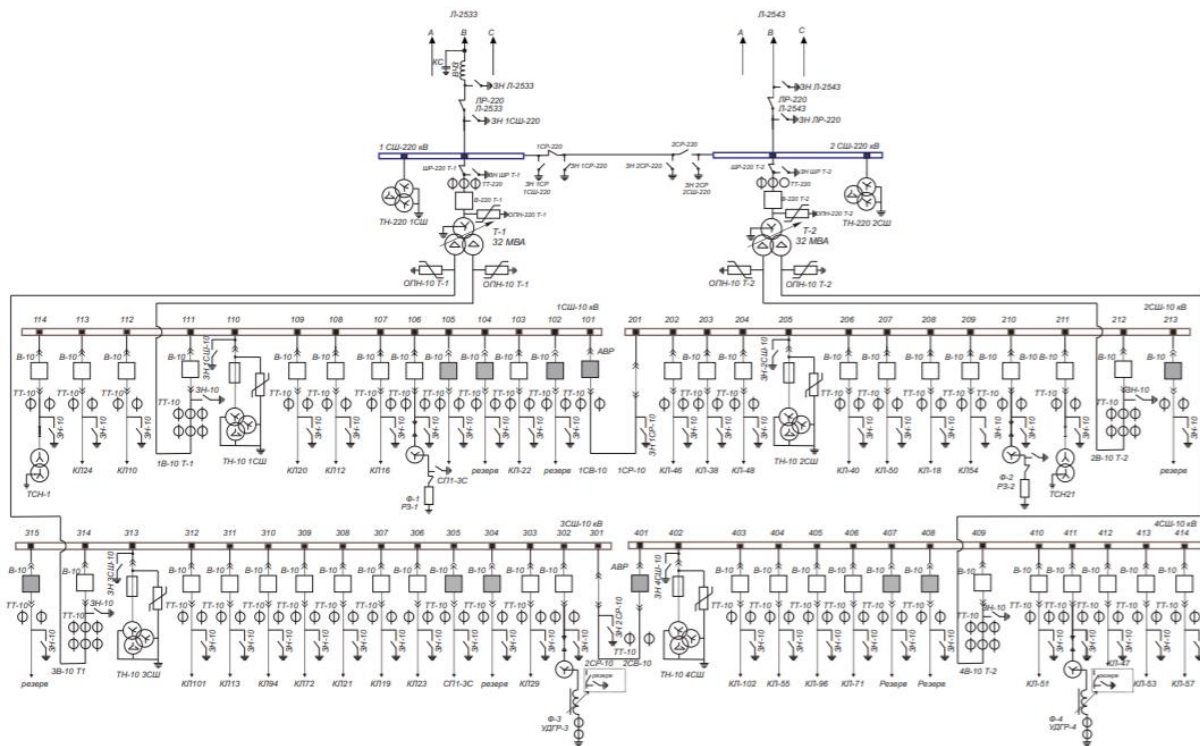
1. ВМТ-220 маркалы майлы ажыратқыш
- 2 АС-300/39 маркалы өткізгіш
- 3 ТВТ-220 ток трансформаторлары
- 4 ТН-220 кернеу трансформаторлары
- 5 ТРДН-32000/220/10 күштік трансформаторлары
- 6 СР-220 секциялық айырғыштары
- 7 ОПН-220 асқын кернеуді шектегіштер



2.2-сурет-ВМТ-220 ажыратқышы

Электр энергетикасы саласындағы заманауи тенденция майлы ажыратқыштардан жайлап бас тарту болып табылады, өйткені бұл ажыратқыштардың бірқатар маңызды кемшіліктері бар, мысалы:

- майдың көп мөлшерінің болуы, бұл өз кезегінде ажыратқыштардың да, жалпы тарату құрылғыларының да үлкен өлшемдері мен массаларына әкеледі;
- жоғары өрт және жарылыс қаупі;
- ҚС аумағында арнайы май шаруашылығының болуы қажеттілігі

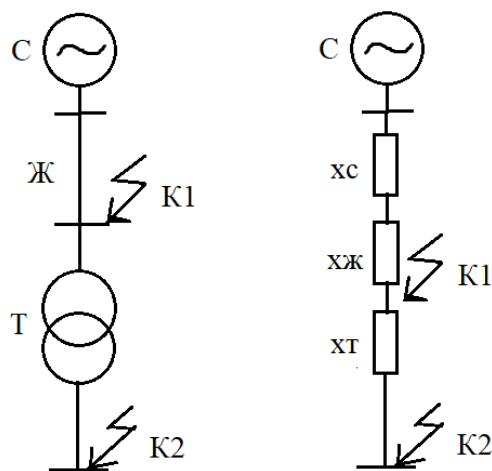


**2.3-сурет-«Заводская» ҚС-ның схемасы**

#### **2.4 «Заводская» ҚС-ның қысқа тұйықталу токтарын есептеу**

Қысқа тұйықталу-бұл электр қондырғысының әртүрлі фазаларының немесе потенциалдарының бір-бірімен немесе жермен электрлік байланысы, қалыпты жұмыс режимінде қарастырылмаған, онда өткізгіштерде, байланыс орнында ток күші максималды рұқсат етілген мәндерден асып түседі. Қарапайым тілмен айтқанда, қысқа тұйықталу дегеніміз-электр өткізгіштердің жоспарланбаған, стандартты емес байланысы, мысалы, деструктивті токтар пайда болатын фазалар мен нөлдер. Қысқа тұйықталу бірнеше себептерге байланысты пайда болуы мүмкін: оқшаулаудың бұзылуы; оқшаулаусыз жұмыс істейтін элементтердің механикалық байланысы және т.б. қысқа тұйықталу кезінде электр желісінде ток күші күрт артады, бұл әдетте механикалық, сондай-ақ құрылғының термиялық зақымдалуына әкеледі. Қысқа тұйықталу орнында электр доғасы пайда болуы мүмкін. Қысқа тұйықталу кезінде тұтынушылардауат кернеуі төмендеуі мүмкін, сонымен қатар үш

фазалы желілерде қалыпты электр қуатын бұзатын кернеудің асимметриясы пайда болады.



2.4-сурет-ҚТ анықтау үшін есептік және орынбасу схемалары

**Трансформатор:**

Типі	Қуаты,кВА	ЖК,кВ	ТК,кВ	Бос жүріс шығыны, кВт	ҚТ шығыны, кВт	Бос жүріс тогы,%
ТРДН-32000/220	32000	230	10,5	125	215	4,5

Берілгені:  $S_H = 32$  МВА;  $S_6 = 1000$  МВА

Есептеудің келесі кезеңі - салыстырмалы бірліктердегі алмастыру схемасының параметрлерін анықтау:  
Жүйе:

$$x_c = \frac{S_6}{S_k} \quad (2.1)$$

$$x_c = \frac{S_6}{S_k} = \frac{1000}{5000} = 0,2$$

Трансформатор:

$$x_T = \frac{U_k}{100} \frac{S_6}{S_{H,T}} \quad (2.2)$$

$$x_T = \frac{U_k}{100} \frac{S_6}{S_{H,T}} = \frac{4,5}{100} \frac{1000}{32} = 1,4$$

Мұндағы:  $U_k = 4,5\%$  қуаты 32МВА ТРДН трансформаторының қысқа түйықталу кернеуі  
Желі

$$x_{ж} = x_{уд} l \frac{S_6}{U_{cp}^2} \quad (2.3)$$

$$x_{ж} = x_{уд} l \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 14 \cdot \frac{1000}{230^2} = 0,1$$

К1 нүктесіндегі қысқа түйықталу:  
Жалпы кедергі:

$$x_1 = x_c + x_{ж} = 0,2 + 0,1 = 0,3$$

Базистік ток:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6} \quad (2.4)$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6} = \frac{1000}{1,73 \cdot 230} = 2,5 \text{ кА}$$

Қ.т. токтың периодтық компонентінің бастапқы әрекет етуші мәні

$$I_{п} = \frac{E}{x_1} \cdot I_6 \quad (2.5)$$

$$I_{п} = \frac{E}{x_1} \cdot I_6 = \frac{1}{0,3} \cdot 2,5 = 8,33 \text{ кА}$$

Қ.т. соққылық тогы:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{п} \cdot k_{уд} \quad (2.6)$$

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{п} \cdot k_{уд} = \sqrt{2} \cdot 8,33 \cdot 1,8 = 21,6 \text{ кА}$$

К2 нүктесіндегі қысқа түйықталу:  
Жалпы кедергі:

$$x_2 = x_c + x_{ж} + x_T = 0,2 + 0,1 + 1,4 = 1,7$$

Базистік ток:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6} = \frac{1000}{1,73 \cdot 10,5} = 55 \text{ кА}$$

Қ.т. токтың периодтық компонентінің бастапқы әрекет етуші мәні:

$$I_{II} = \frac{E}{x_2} \cdot I_6 = \frac{1}{21,6} \cdot 55 = 2,54 \text{ кА}$$

Қ.т. соққылық тогы:

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{II} \cdot k_{уд} = \sqrt{2} \cdot 2,54 \cdot 1,94 = 7 \text{ кА}$$

Ұзақ режимдегі есептік токтар:

$$I_{max} = \frac{S_{т.н}}{\sqrt{3}U_6} \quad (2.7)$$

$$I_{max} = \frac{S_{т.н}}{\sqrt{3}U_6} = \frac{32000}{1,73 \cdot 230} = 80,4 \text{ А}$$

## 2.5 Жоғары вольтті ажыратқыштарды таңдау және талдау

### 2.2-кесте-Салыстырмалы талдау

Ажыратқыш түрі	Майлы: ВМТ-220	Ауалы: ВВБ-220	Вакуумды: ВВП-220	Элегазды: ВГП-220
Ном. кернеу, кВ	220	220	220	220
Ном. ток, А	2000	2000	2000	2500
Ном. өшіру тогы, кА	40	31,5	31,5	40
Термиялық беріктік тогы, кА	40	40	31,5	40
Электродинамикалық беріктік, кА	80	102	80	125
Толықтай өшіру уақыты, с	0,06	0,08	0,06	0,05
Қызмет мерзімі, жыл	28	25	25	40
Массасы, кг	7130	15900	2500	2000
Бағасы, тг	8,5 млн	12,8 млн	-	20 млн

Бұл 2.2-кестеде жоғары вольтті ажыратқыштардың 4 түрі талданып салыстырмалы анализ жасалды. 220 кВ жоғары вольтті ажыратқыштардың әр түрінің техникалық характеристикасы берілген. Көріп отырғанымыздай элегазды ажыратқыштар көптеген артықшылықтарға ие. Нақтырақ айтатын болсам, оның техникалық көрсеткіштері өте жақсы, габариттері аз және де массасы аз. Нәтижесінде элегазды ажыратқыштың габариттері аздығынан оған кететін техникалық территориялық экономикалық шығыны аз. Толықтай өшіру уақыты аз, демек ажыратқыштың тез әрекет етуі яғни құрылғылардың істен шығу, күйіп кету мүмкіндігі басқа ажыратқыштарға қарағанда азырақ. Сонымен қатар оның қызмет ету мерзімі ұзақ 40 жыл. Бұл оның жоғары бағасына тұрарлық дәлел. Қазіргі таңда көптеген қосалқы станцияларда реконструкция жүргізілуде. Майлы ауалы ажыратқыштардың орнына вакуумды және элегазды ажыратқыштар орнатылып жатыр. Бұл кестені құру барысында анализ жасалу кезінде көптеген электр аппараттарын өндіретін компанияларға оның ішінде «Таврида электрик», «Контакт-Астана», «ABB», «Электроаппарат», «Savoit Faige» байланысқа шығып, талқыланды.

Доға сөндіргіш ортаның электрлік беріктігі-ажыратқыштардың маңызды сипаттамаларының бірі. Бұл жағдайда элегаз ең жоғары диэлектрлік беріктікке ие, әсіресе 110 кВ және одан жоғары кернеуде. Вакуумды ажыратқыштардың доға сөндіргіш ортасы 110 кВ дейінгі кернеуге қоса алғанда электр беріктігі бойынша элегаздан кем болмайды.

Вакуумдық ажыратқышта коммутациялық ресурс таусылғаннан кейін оны ауыстыру керек, өйткені оның байланыс жүйесі бар доға сөндіргіш камерасына қызмет көрсетілмейді. Элегазды ажыратқыш ресурс таусылғаннан кейін ремонт жасалады, оны жүргізу барысында ажыратқыштың жай-күйі бағаланады, коммутациялық аппаратты одан әрі пайдалану мүмкіндігі белгіленеді.

Майлы ажыратқыштарды жөндеу айтарлықтай үлкен жұмыс көлемін қамтиды. Егер вакуумды және элегазды ажыратқыштардың доға сөндіргіш және түйіспелі бөлігіне коммутациялық ресурс өткенге дейін қызмет көрсетілмесе, онда майлы ажыратқыш жағдайында күрделі ремонт қысқа тұйықталу токтарының әрбір жеті ажыратуынан кейін жүргізіп отыру қажет.

Ең тиімді, сапалы, сенімді және өрт қауіпсіздігі мен экология тұрғысынан элегазды және вакуумды жоғары вольтты ажыратқыштар қолайлы деп қорытынды жасауға болады. Осы типтегі коммутациялық құрылғылардың жетекші өндірушілері жыл сайын өнімді жетілдіруде, бұл оны сенімді әрі тиімді етеді.

Қорытындылай келетін болсам, «Заводская» қосалқы станцияға элегазды ажыратқыштына ауыстыру мүмкіндігін қарастырдым. Себебі жоғарыда айтылғандай, техникалық көрсеткіштері негізге алынды. Ал неге вакуумды ажыратқыш орнатылмады деген сұраққа жауап беретін болсам, вакуумды ажыратқыштардың да көрсеткіштері өте жақсы сонымен қатар экологиялық таза яғни қоршаған ортаға зияны жоқ болып табылады бірақ бұл ажыратқыштар нақты Қазақстанда тек қана 110 кВ-қа дейін станцияларда орнатылады. Себебі

бұл ажыратқыштардың құрылымы 220кВта күрделіленіп кетеді және габариттері үлкен демек қолдануы ыңғайсыз болып кетеді сондықтан да Қазақстандағы компаниялар вакуумды ажыратқыштарды тек 110 кВқа дейін кернеуге ғана орындайды.

Жаңа объектілерді салу және ескілерін техникалық қайта құру кезінде тек элегазды және вакуумды жоғары вольтты ажыратқыштар қолданылады. Тек осындай ажыратқыштар тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың жоғары сенімділігін қамтамасыз ете алады және олардың пайдалану сипаттамаларын толық қамтамасыз ете алады, ал олар қызмет көрсету қауіпсіздігі, өрт қауіпсіздігі және экологиялық қауіпсіздік стандарттарына толық сәйкес келеді.

### 2.3-кесте- Жоғары вольтті ажыратқыштардың жұмыс істеу режимі

Ажыратқыштардың түрлері	6,10 кВ	35 кВ	110 кВ	220 кВ	500 кВ	750 кВ	1150 кВ
Үлкен көлемді майлы	—	+	+	+	—	—	—
Аз көлемді майлы	+	+	+	+		—	—
Ауалы	+	+	+	+	+	+	+
Элегаздық	—	+	+	+	+	+	+
Электромагниттік	+	—	—	—	—	—	—
Вакуумды	+	+	+	+	—	—	—

### 2.4-кесте- Элегазды ажыратқыштардың техникалық берілулері

Атауы	ВГТ-220	ВЭБ-220	ВГП-220
Ном.кернеуі	220	220	220
Ном.тогы	4000	3150	2500
Ном.өшіру тогы	40	50	40
Термиялық беріктік тогы	40	50	40
Қызмет мерзімі	40	40	40
Электродинамикалық беріктілік тогы	100	80	125
Массасы	4080	5900	2000
Бағасы	21,2 млн	28,2 млн	20 млн



## 2.5-кесте-Ажыратқыштардың техникалық сипаттамаларын салыстырмалы талдау

Таңдау параметрлері	Есептік мәндер
$U_n \geq U$	$U = 220$
$I_{ном} \geq I_{мах}$	$I_{мах} = 80,4$
$I_{отк.ном} \geq I_{п}$	$I_{п} = 8,33$
$I_{дин} \geq I_{п}$	$I_{п} = 8,33$
$i_{дин} \geq i_{уд}$	$i_{уд} = 21,6$

Бірнеше ажыратқыштардың арасында жүргізілген есептеулер мен талдаулар нәтижесінде ВГП-220 элегазды ажыратқышын орнату мүмкіндігі көрсетілді. Себебі элегазды ажыратқыштың түрі басқа зерттелген ажыратқыштарға қарағанда артықшылықтары көбірек болып келеді. Ең бастысы экономикалық тиімділігі жағынан осы ажыратқыш алдыңғы қатарға шығып тұр.



2.5-сурет-ВГП-220 элегазды ажыратқышы

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысты қорытындылайтын болсақ, электр желісіне қойылатын тұрақты талаптардың нәтижесінде олардың өнімділігі, сенімділігі мен тұрақтылығы артып келеді. Осылайша, қоршаған ортаға және адамдарға қауіп төндірмейтін жаңа ажыратқыштардың технологиясын дамыту шаралары қолға алынып жатыр. Бұл жұмыста жоғары вольтті ажыратқыштар жайлы көптеген мағлұмат алынды және олар өзара салыстырылды. Әр ажыратқыштардың артықшылықтары мен кемшіліктері, қолдану аясы жұмыс істеу принципі қарастырылды. Талдықорған қаласында орналасқан «Заводская» Қосалқы станциясы зерттелінді. Қосалқы станцияның жүктеме графиктері алынып, электрлік схемасы талданды және қысқа тұйықталу токтары есептелді. Зерттелген 4 түрлі ажыратқыштардың арасында талдау жасалды олардың техникалық сипаттамалары салыстырылды. Сонымен қатар электр аппараттарын өндіретін компаниялармен байланысқа шығып қорытынды жасалды. Жаңа объектілерді салу және ескілерін техникалық қайта құру кезінде тек элегазды және вакуумды жоғары вольтты ажыратқыштар қолданылады. Тек осындай ажыратқыштар тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың жоғары сенімділігін қамтамасыз ете алады және олардың пайдалану сипаттамаларын толық қамтамасыз ете алады, ал олар қызмет көрсету қауіпсіздігі, өрт қауіпсіздігі және экологиялық қауіпсіздік стандарттарына толық сәйкес келеді. Бұл жұмыста элегазды ажыратқыш таңдалды себебі кернеуі 220кВ болғандықтан Қазақстанда бұл кернеуге сәйкес тек элегазды ажыратқыштар шығарылады. Сонымен қатар элегазды ажыратқыштардың техникалық көрсеткіштері көптеген артықшылықтарға ие және габариттері де аз болып табылады.

Барлық Алынған мәндер бойынша талдау жасалып үш түрлі элегазды ажыратқыштар өзара салыстырылып ВМТ-220 майлы ажыратқышы экономикалық жағынан да, техникалық жағынан да ең тиімді және барлық шарттарға сәйкес келетін ВГП-220 элегазды ажыратқышына ауыстыру мүмкіндігі қарастырылды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 [https://studbooks.net/1922945/matematika\\_himiya\\_fizika/vyklyuchateli\\_vysokogo\\_napryazheniya](https://studbooks.net/1922945/matematika_himiya_fizika/vyklyuchateli_vysokogo_napryazheniya)

2 <https://kapital.kz/economic/653/kegots-moderniziruyet-proizvodstvo.html>

3 «Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения»  
Методическое пособие

4 Афанасьев В.В., Вишневский Ю.И. «Воздушные выключатели» 1981

5 Набатов К.А. Афонин В.В. «Высоковольтные вакуумные выключатели распределительных устройств» 2010 г

6. Набатов К.А., Афонин В.В. «Элегазовые выключатели распределительных устройств высокого напряжения» 2009 г

## **Ғылыми жетекшінің пікірі**

Жоғары вольтті ажыратқыштардың доға сөндіргіш құрылғыларына талдау жүргізу

Абдамбаева Акмарал Маратовна

5B071800-Электр энергетика

**Тақырыбы:** Жоғары вольтті ажыратқыштардың доға сөндіргіш құрылғыларына талдау жүргізу бойынша жазылған дипломдық жұмыста жоғары вольтті ажыратқыштар талдау және есептелуі қарастырылған.

Бұл жұмыста тақырыпқа сәйкес негізгі жоғары вольтті ажыратқыштар жайлы жалпы мәліметтер, жоғары вольтті ажыратқыштардың доға сөндіргіш құрылғыларына байланысты жіктелуі, құрылымы және өзіне тән артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды, сонымен қатар өзара салыстырылған. Есептік бөлімде Талдықорған қаласында орналасқан «Заводская» қосалқы станциясы зерттелген, сол бойынша жылдық жүктеме графиктері анықталып. Қысқа тұйықталу токтары есептеліп, алынған мәндер арқылы ең тиімді және барлық шартты орындайтын жоғары вольтті ажыратқыш таңдау жасалған.

Жұмысты орындау кезінде Абдамбаева Акмарал өзін жауапкершілігі жоғары, білім алуға талпынысы бар, еңбекқорлығы жақсы студент ретінде көрсетті.

Жалпы дипломдық жұмысты 95% «өте жақсы» деп бағалауға, ал студент Абдамбаева Акмарал 5B071800- Электр энергетика мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

**Ғылыми жетекші**  
«Энергетика» кафедрасының

Т.Ғ.К., ассистент-профессоры



Жуматова А.А.

« 09 » 06 2021 ж.

## Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Абдамбаева Акмарал Маратовна

**Название:** Жоһары вольтті ажыратыштарды ҫаҫа сӳндӳргӳш ӳӳрылӳыларына талдау жӳргӳзу

**Координатор:** Асель Жуматова

**Коэффициент подобия 1:** 0.7

**Коэффициент подобия 2:** 0.3

**Замена букв:** 3

**Интервалы:** 0

**Микропробелы:** 2

**Белые знаки:** 0

**После анализа Отчета подобия констатирую следующее:**

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

..... *допускается к защите* .....

..... *09.06.21* .....

Дата

..... *А.А. Жуматова* .....

Подпись Научного руководителя



Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Абдамбаева Акмарал Маратовна

**Название:** Жоғары вольтті ажыратқыштардың доға сөндіргіш құрылғыларына талдау жүргізу

**Координатор:** Асель Жуматова

**Коэффициент подобия 1:**0.7

**Коэффициент подобия 2:**0.3

**Замена букв:**3

**Интервалы:**0

**Микропробелы:**2

**Белые знаки:**0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

..... обнаруженные в работе заимствования  
..... являются добросовестными  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Дата



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

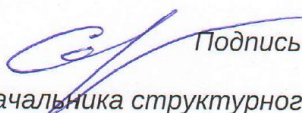
**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**

*допущен к защите*

.....  
.....  
.....  
.....

.....  
..... 09.06.21 .....

Дата



Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения