

6B07101 - «Энергетика» мамандығы бойынша

Уринбаев Медеу Рифьатовичтың

«Казминерал ЖШС жағдайында диірменнің автоматтандырылған электржетегі»
тақырыбындағы дипломдық жұмысына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс ірі өндірістік жабдықтың электрмен жабдықтау және электр жетегін жобалау тақырыбына арналған өзекті мәселелерді қамтиды. Жұмыста байыту фабрикасының электрмен жабдықтау сұлбасы қарастырылып, трансформаторлар, іске қосу және реттеу аппаратуралары, қуаты 22 МВт-қа дейінгі электр жетектерінің техникалық сипаттамалары терең талданған.

Студент шарлы диірменнің электрлік параметрлерін және жұмыс режимдерін таңдауға ерекше назар аударған. Студент нормативтік-техникалық құжаттамамен жұмыс істеуді жақсы меңгергенін, бір сызықты сұлбалармен және есептік талдаулармен сауатты жұмыс істей алатынын көрсетті. Жалпы, толық және реактивті қуатқа есептер жүргізіліп, жабдық таңдауы негізделген, сонымен қатар іске қосу және тежеу режимдерінің ерекшеліктері ескерілген.

Жұмыс құрылымы жағынан жүйелі, инженерлік тұрғыдан негізделген және мазмұнды талдауларға бай. Жасалған қорытындылар есептік деректермен расталған және өндірістік энергетика талаптарына толық сәйкес келеді.

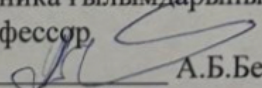
Қорытынды мен ұсыныстардың айғақтылығы және нақтылығы бойынша дипломдық жұмыстағы алдына қойылған мәселені шешу дәрежесі жоғары, зерттеу толығымен аяқталған.

Диплом жазушы Уринбаев Медеу теориялық дайындығын жеткілікті көрсетті, практикамен ұштастыра білді, алдына қойылған тапсырмаларды өздігінен шешіп, жұмысты өте жақсы меңгерді.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Уринбаев Медеу «Энергетика» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын А+ «өте жақсы» 92 баллмен бағалаймын.

Ғылыми жетекші

Техника ғылымдарының докторы,
профессор

 А.Б.Бекбаев

(қолы)

«04» маусым 2025 ж.

**Тақырыбы: «Казминералс ЖШС жағдайында диірменнің автоматтандырылған
электржетегі»**

6B07101 – Энергетика
(шифр және мамандық атауы)

Уринбаев Медеу Рифьятович
(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына
(жұмыс түрінің атауы)

СЫН ПІКІР

Дипломдық жұмыс тақырыбы қазіргі заманғы өндірістік энергетика саласында өзекті және практикалық маңызға ие. Жұмыста шарлы диірменнің жұмыс ерекшеліктері, электр жүктемелері мен электр жетегін таңдау мәселелері, сондай-ақ байыту фабрикасын сенімді және үнемді электрмен жабдықтау жолдары қарастырылған.

Зерттеу материалдары логикалық ретпен құрылып, мазмұны нақты техникалық және есептік мәліметтермен толықтырылған. Жұмыста берілген сұрақтар қазіргі өндірістік талаптарға сәйкес келеді және практикалық маңызы жоғары.

Жұмыс бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және электр қондырғыларды таңдағанда қателер болғаның айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмысы талаптарға сәйкес жазылған.

Жұмысты бағалау

Диплом жұмысы қойылған мақсаттарға толықтай жеткен. Автордың теориялық дайындық деңгейі жоғары. Жұмыс өндірістік мәселелерге бағытталған және нақты нәтижелерге негізделген.

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Уринбаев Медеудің дипломдық жұмысы А «өте жақсы» (90 балл) бағасына, ал студент – 6B07101 – «Энергетика» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін иемденуге лайық деп бағалаймын.

Сын-пікір беруші

бас энергетик «Біріктірілген тау-кен
құрылыс компаниясы» ЖШС



Е.А.Жолдыбеков

2025 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Уринбаев Медеу Рифьятович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Казминерал» ЖШС жағдайында диірменнің автоматтандырылған электржетегі

Научный руководитель: Амангельды Бекбаев

Коэффициент Подобия 1: 2.4

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 8

Знаки из других алфавитов: 7

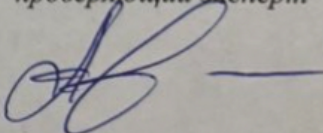
Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата 5.06.2025

проверяющий эксперт


**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Уринбаев Медеу Рифьатович

Тақырыбы: «Казминерал» ЖШС жағдайында диірменнің автоматтандырылған электржетегі

Жетекшісі: Амангельды Бекбаев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 2.4

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1

Дәйексөз (35): 0.7

Әріптерді ауыстыру: 7

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 8

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

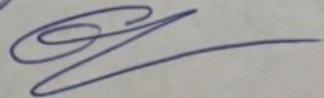
☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

Кафедра меңгерушісі *Меретика*
Сарғалиев СА


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Уринбаев Медеу Рифьатович

«Казминерал» ЖШС жағдайында диірменнің автоматтандырылған электржетегі

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2025

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев

«01» 01 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Уринбаев Медеу Рифъатович.

Тақырыбы: «Казминерал» ЖШС жағдайында диірменнің автоматтандырылған электржетегі.

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 29.01.2025 ж. № 26 п/ө
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 19 - мамыр 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: “Kazminerals” байыту фабрикасының электрмен
жабдықтау схемасы.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) Байыту фабрикасының электрмен жабдықтауы

ә) Шарлы диірменнің жалпы қуатын есептеу

б) Диірмен электржетегі және электржабдықтары

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

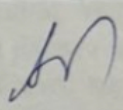
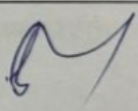
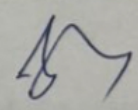
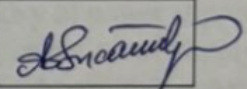
Сызба материалдары слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 16 атау.

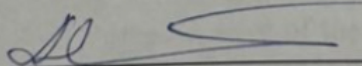
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Байыту фабрикасын электр энергиясымен қамтамасыз ету	10.03.25 – 30.03.25 ж.	Жоқ
Шарлы диірменнің жалпы қуатын есептеу	02.04.25 – 08.05.25 ж.	Жоқ
Диірмен электржетегі және электржабдықтары	10.05.25 – 19.05.25 ж.	Жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Байыту фабрикасын электр энергиясымен қамтамасыз ету	А.Б.Бекбаев, Техника ғылымдарының докторы профессор	02.06.25	
Шарлы диірменнің жалпы қуатын есептеу	А.Б.Бекбаев, Техника ғылымдарының докторы профессор	02.06.25	
Диірмен электржетегі және электржабдықтары	А.Б.Бекбаев, Техника ғылымдарының докторы профессор	03.06.25	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	03.06.25	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

А.Б.Бекбаев

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

М.Р.Уринбаев

Күні

« 30 » 01 2025ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста өндірістік объектілерді электр энергиясымен жабдықтаудың сенімділігі мен қауіпсіздігіне, сондай-ақ энергия үнемділік талаптарына сай байыту фабрикасының электрмен жабдықтау жүйесін жобалау мәселелері қарастырылды. Жұмыста электр жүктемелерін есептеу, сыртқы электрмен жабдықтау схемасын және кернеу деңгейін таңдау, күштік трансформаторлардың саны мен қуатын анықтау, сондай-ақ электр аппараттары мен реле қорғанысын таңдау мәселелеріне басты назар аударылды.

Әсіресе, фабриканың негізгі электр энергия тұтынушысы болып табылатын шарлы диірменнің электржетегі терең зерттелді. Диірменнің төлқұжаттық мәліметтері мен технологиялық параметрлеріне сүйене отырып, электржетек қуаты есептелді. Есеп нәтижелері негізінде трансформаторлар, іске қосу және реттеу аппаратурасы мен басқару сұлбаларын қамтитын электр жабдықтарын таңдау дәлелденді.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрены вопросы проектирования системы электроснабжения обогатительной фабрики с учетом современных требований к энергоэффективности, надежности и безопасности электроснабжения производственных объектов. Основное внимание уделено расчету электрических нагрузок, выбору напряжения и схемы внешнего электроснабжения, подбору количества и мощности силовых трансформаторов, а также выбору электрических аппаратов и релейной защиты.

Особое внимание в работе уделено электроприводу шаровой мельницы, являющейся ключевым потребителем электрической энергии на предприятии. Выполнен расчет мощности привода на основе паспортных характеристик мельницы и технологических параметров измельчения. На основании результатов расчетов выполнен обоснованный выбор электрооборудования, включая трансформаторы, пускорегулирующую аппаратуру и схемы управления.

ANNOTATION

The thesis examines the design of the power supply system for a mineral processing plant, taking into account modern requirements for energy efficiency, reliability, and safety of power supply for industrial facilities. The main focus is on the calculation of electrical loads, selection of supply voltage and external power supply schemes, determination of the number and rated power of power transformers, and the choice of switching devices and relay protection systems.

Special attention is given to the electric drive of the ball mill, which is a key consumer of electrical energy at the facility. The power of the drive is calculated based on the mill's technical specifications and process parameters. Based on the results of these calculations, a substantiated selection of electrical equipment—including transformers, starting and regulating devices, and control schemes—has been carried out.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Kazminerals-қа қарасты байыту фабрикасы	9
1.1 Kazminerals компаниясы	9
1.2 KazMinerals байыту фабрикасы	10
1.3 Фабрика электр жүктемелерін есептеу	18
1.4 Күштік трансформаторларды таңдау	21
2 Шарлы диірмендер	24
2.1 Шарлы диірмендердің қолданылу саласы	24
2.2 Шарлы диірмендердің құрылымы	25
2.3 Шарлы диірменнің жұмыс істеу принципі	28
3 Диірменнің электр жетегі	31
3.1 Диірменнің жалпы қуатын есептеу	31
3.2 Диірмен электр жетегі	38
4 Электр қондырғыларын таңдау	40
4.1 Трансформатор таңдау	40
4.2 Циклоконвертер таңдау	43
4.3 Қосалқы электрқондырғылар	44
Қорытынды	47
Қолданылған әдебиеттер тізімі	48
Қосымша А	49
Қосымша Б	50

КІРІСПЕ

Жұмыстың мақсаты: байыту фабрикасының негізгі бір желілік электр схемасын зерттеп, оның құрылымын, қолданылатын жабдықтардың сипаттамасын және электрқамту жүйесінің сенімділігі мен тиімділігін талдау. Сонымен қатар, шарлы диірменнің электр жабдықтарын таңдау және өзара байланысын көрсету арқылы энергетикалық жүйенің тұрақтылығын қамтамасыз етуді көздейді.

Жұмыстың міндеті: Негізгі бір желілік схемада көрсетілген барлық негізгі элементтерді талдау. Трансформаторлардың қуаттарын, номинал кернеулерін және қысқа тұйықталу токтарын анықтау. Шарлы диірмендер жайлы жалпы түсінік беру. Фабрикадағы шарлы диірменнің жалпы қуатын есептеп, электржетегін таңдау. Диірмен жетегінің электр жабдықтарын таңдап, түсіндіру.

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың негізгі электр энергия көзі – бұл энергетикалық жүйелерге біріктірілген электр станциялары. Кәсіпорын шалғай аймақтарда орналасқан жағдайда, ол басқа жүйелерден оқшауланған жергілікті электр станцияларынан қоректенуі мүмкін. Екі жағдайда да электр станциялары 50 Гц жиілікті үш фазалы айнымалы ток өндіреді.

Электр энергиясы тұтынушыларға, әдетте, электр беру желілері (ЭБЖ) арқылы беріледі. Желінің кернеуі оның ұзындығына және өткізілетін қуатқа байланысты таңдалады. Өткізілетін қуат неғұрлым жоғары және ЭБЖ неғұрлым ұзын болса, кернеуі соғұрлым жоғары болуы керек. Бұл желі арқылы өтетін токты азайтуға және, соның салдарынан, жоғалтуларды азайтуға мүмкіндік береді. Электр энергиясын жүйеден қабылдау және оны кәсіпорын аумағындағы цехтарға бөлу үшін бас понижающий қосалқы станциялар (ГПП) орнатылады, терең енгізу жүзеге асырылады. Соңғы жағдайда кернеу аралық қосалқы станцияларға беріледі, олар кернеуді 6-10 кВ дейін төмендетіп, цехтар мен механизмдер тобын қамтамасыз етеді. Терең енгізу жүйесі артықшылықты, өйткені бұл шығындарды азайтады және электр энергиясының сапасын арттырады (тұрақтылық, синусоидалылық, симметриялылық).

Электр энергия көздерінің, ЭБЖ, негізгі понижающий қосалқы станциялардың және терең енгізу қосалқы станцияларының жиынтығы сыртқы электрмен жабдықтау жүйесіне жатады. Оның міндеті – энергия жүйесінен өнеркәсіптік кәсіпорындарға электр энергиясын жеткізу.

ГПП шиналарынан электр энергиясы тікелей ірі механизмдерге (дробилка, диірмен, эксгаустер және т.б.) және цех қосалқы станцияларының трансформаторларына жеткізіледі. Мұндай электр қабылдағыштарды басқару аппаратурасы тарату пункттеріне орналастырылуы мүмкін. Ал цех ішінде механизмдер жанында тек басқару құрылғылары орнатылады. ГПП-де сонымен қатар, қосалқы станциялардың өз қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін 6-10'0,4-0,23 кВ трансформаторлар орнатылады.

Цех қосалқы станцияларынан, тарату пункттерінен, зауытшілік, цехаралық және ішкі цехтық желілерден тұратын электр энергиясын тарату

немесе тұтынушыларға жеткізу үшін арналған құрылғылар кешені ішкі электрмен жабдықтау жүйесіне жатады.

Цех қосалқы станциялары (ТП) және тарату құрылғылары (РУ) 6-10 кВ, әдетте, цех ғимаратына тіркеліп немесе оның ішіне орналастырылады. Қосалқы станцияларды қоректендіру кабельдік желілер арқылы жүзеге асырылады; РУ қоректендіру – кабельдік желілер және шинопроводтар арқылы. Ішкі электрмен жабдықтау желілерінде электр энергиясын жеткізу үшін кабельдік желілермен қатар, шиналы тоннельдер немесе жерасты галереялар арқылы жүргізілетін шинопроводтар кеңінен қолданылады.

Ішкі электрмен жабдықтау жүйесінде келесі кернеулердегі айнымалы және тұрақты ток қолданылады. Айнымалы ток желілерінде 1000 В дейін – бір фазалы жүйелер 12, 36, 220, 380 В; үш фазалы жүйелер 380/220 В және 660/380 В. 1000 В жоғары кернеулі айнымалы ток желілерінде үш фазалы жүйелер 6, 10, 20 кВ қолданылады. 20 кВ кернеуі болашақта қолдануға ыңғайлы.

Тұрақты токты кәсіпорындарда әртүрлі түзеткіштер арқылы алады және оны 110, 220 және 440 В кернеуінде қолданады.

Жалпы, электрмен жабдықтау жүйесі сенімді және қажетті сападағы электр энергиясын қамтамасыз ететіндей етіп құрылуы тиіс.

Электрмен жабдықтаудың қажетті сенімділігіне байланысты, электр қондырғыларын орнату ережелеріне (ПУЭ) сәйкес, барлық электр энергия тұтынушылары үш категорияға бөлінеді.

1 Kazminerals-қа қарасты байыту фабрикасы

1.1 Kazminerals компаниясы

KazMinerals – Қазақстан Республикасындағы түсті металлургия саласының алдыңғы қатарлы кәсіпорындарының бірі. Компания негізінен мыс өндіруге маманданған және еліміздегі ең ірі мыс өндіруші кәсіпорын ретінде халықаралық нарықта жоғары беделге ие. KazMinerals өзінің кең ауқымды өндірістік қуаттарымен, заманауи технологияларды пайдалануымен және тұрақты даму қағидаттарын ұстануымен ерекшеленеді.

Компанияның өндірістік құрылымына бірнеше маңызды кен-байыту кешендері кіреді. Олардың ішінде ең ірілері – Ақтоғай және Бозшакөл жобалары. Бұл кешендер толық автоматтандырылған, жоғары өнімділігімен және әлемдік стандарттарға сай келетін экологиялық қауіпсіздігімен танымал. Сонымен қатар, KazMinerals Шығыс Қазақстан өңіріндегі тарихи рудниктерді – Орловский, Артемьевский, Қоңырбай және басқа да шахталарды басқаруда. Бұлар негізінен жерасты өндіру әдістерін қолданатын нысандар болып табылады.

Ақтоғай мен Бозшакөл сияқты кәсіпорындарда кенді өндіруден бастап, ұсақтау, ұнтақтау, флотациялау, сүзгілеу және мыс концентратын алу процестерінің толық циклі жүзеге асады. Кейбір кәсіпорындарда SX-EW технологиясы арқылы катодты мыс өндірісі де жүргізіледі. KazMinerals – бұл өндірістік тізбектің әр кезеңінде инновациялық шешімдерді енгізуге және процестерді автоматтандыруға зор көңіл бөлетін компания.

KazMinerals компаниясында 13 000-нан астам адам жұмыс істейді. Компания жылына 300 000 тоннадан астам мыс өндіреді. Сонымен қатар, соңғы жылдары алтын кен орындарын игеру (мысалы, Бақыршық пен Қызыл жобалары) бағытына да инвестициялар құйылуда. Бұл компанияның өндірістік диверсификацияға және шикізат қорларын ұтымды пайдалануға ұмтылатынын көрсетеді.

Компанияның барлық өндірістік кешендері заманауи электрмен жабдықтау жүйелерімен қамтылған. Электр қуатын жеткізу мен үлестіру жүйелері күрделі құрылымдарға ие, оларға жоғары вольтты трансформаторлық қосалқы станциялар, жоғары қысымды желілер, резервтік дизельді генераторлық қондырғылар және автоматтандырылған басқару жүйелері кіреді. Бұл электрлік инфрақұрылым кәсіпорынның сенімді, үздіксіз және қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

KazMinerals – әлеуметтік жауапты компания. Ол қызметкерлердің қауіпсіздігіне, еңбек жағдайларына, қоршаған ортаны қорғауға және жергілікті қоғамдастықпен байланысқа ерекше мән береді. Компания ISO 14001 және OHSAS 18001 сияқты халықаралық стандарттарға сай экологиялық және өнеркәсіптік қауіпсіздік жүйелерін енгізіп отыр.

Осы дипломдық жұмыста KazMinerals компаниясының энергетикалық инфрақұрылымы терең зерттеліп, электрмен жабдықтау жүйелерінің құрылымы, негізгі қуат қабылдағыштар, трансформаторлық қондырғылар мен электр

жабдықтарының сипаттамалары қарастырылады. Сонымен қатар, электр жүктемелерін есептеу, трансформаторларды таңдау, қуат шығындарын талдау және электр қозғалтқыштарын таңдау мәселелері қамтылады.

1.2 KazMinerals байыту фабрикасы

KazMinerals компаниясына қарасты байыту фабрикасы – бұл қазіргі заманғы кен-металлургиялық өндірістің негізгі құрамдас бөлігі болып табылатын, күрделі және жоғары қуатты өнеркәсіптік кешен. Фабриканың басты міндеті – кен құрамындағы пайдалы компоненттерді (негізінен мыс) концентрат түрінде бөліп алу арқылы кенді тиімді өңдеу. Мұндай өндіріс үздіксіз жұмыс режимін, сенімді энергетикалық жабдықтауды және жоғары дәрежедегі автоматтандыруды талап етеді. Байыту фабрикасы бірнеше технологиялық учаскелерден тұрады:

- 1) Ұсақтау учаскесі - бастапқы кенді ұсақтау және алдын ала өңдеу;
- 2) Ұнтақтау учаскесі - жартылай өздігінен ұнтақтайтын мельница (SAG Mill, 28 МВт) және екі шарлы мельница (Ball Mill, әрқайсысы 22 МВт) арқылы кенді майдалау;
- 3) Флотация учаскесі - флотациялық машиналар арқылы пайдалы минералдарды бөліп алу;
- 4) Қалдықтарды қоюлату және сүзу учаскесі - қоютқыштар, насостар мен сүзгілеу жүйелері;
- 5) Техникалық сумен, ауамен және басқа да ресурстармен қамтамасыз ететін қосалқы учаскелер.

Бұл жабдықтардың көпшілігі жоғары қуатты болып табылады. Жалғыз ғана ұнтақтау қондырғыларының өзінде 70 МВт-тан астам активті қуат жұмсалады. Сонымен қатар, қуаты 2–3 МВт болатын рециркуляциялық насостар, ауажеткізгіштер, конвейерлік жүйелер мен басқа да көмекші жабдықтар бар.

Сыртқы қуат көзі және негізгі қуат трансформаторлары

Байыту фабрикасы сыртқы энергетикалық жүйеден кернеуі 110 кВ жоғары вольтты электр беру желісі арқылы қуат алады. бұл кернеу кәсіпорынның негізгі тарату қосалқы станциясына түседі, онда ол үш қуатты трансформатордың көмегімен технологиялық қажетті деңгейге дейін төмендейді. Бұл учаске бүкіл электрмен жабдықтау жүйесінің негізгі буыны болып табылады, өйткені дәл осы жерде зауыттың барлық тұтынушыларын тұрақты және сапалы қуаттандыруға негіз қаланады.

Жоғары кернеулі электр энергиясын беру (110 кВ)

Схемаға сәйкес, электр қуаты зауытқа кернеуі 110 кВ болатын екі параллель әуе желісі арқылы жеткізіледі. әр желі 3 секундтық экспозиция кезінде қысқа тұйықталу токтарын 31.5 кА дейін өшіруге қабілетті номиналды тогы 2500 А Автоматты ажыратқыштармен жабдықталған. Коммутациялық аппаратураның құрамында жүктеме ажыратқыштары (Q0, Q91, Q93.1, Q93.2), 1000/1 коэффициенті және 0.2/5p20 дәлдік класы бар токтың өлшеу

трансформаторлары, сондай-ақ жабдыққа қауіпсіз қызмет көрсетуге арналған ажыратқыштар мен жерге тұйықтағыштар көзделген. Ажыратылатын ток деңгейі 31.5 кА өнеркәсіптік қауіпсіздік және қорғау селективтілігі талаптарына сәйкес келеді.

Негізгі төмендеткіш трансформаторлар (110/35 кВ). Кіріс кернеуі 110 кВ 0420-TF-101, 0420-TF-102 және 0420-TF-103 белгілері бар үш негізгі трансформаторға беріледі. Әрбір трансформатордың қуаты 120/150 МВА, шығыс кернеуі 35 кВ және орамалардың қосылу схемасы (үшбұрыш/жұлдыз). Трансформаторлардың қысқа тұйықталуы $U_k = 10.5\%$ құрайды, ал салқындату ONE жүйесі арқылы жүзеге асырылады, яғни табиғи май айналымы және мәжбүрлі желдету. Ток пен кернеуді өлшеу трансформаторлары арқылы бұл трансформаторлар 35 кВ (BUS-A, BUS-B, BUS-C) магистральдық шиналарға қосылады, олардан қуат цехтар мен ішкі қосалқы станцияларға бөлінеді.

Трансформаторлардың саны мен қуатын таңдаудың негіздемесі.

Үш трансформаторды пайдалану бірнеше негізгі факторларға байланысты. Біріншіден, резервтеу принципі жүзеге асырылады: екі трансформатор қалыпты режимде жұмыс істейді, үшіншісі резерв ретінде қызмет етеді. Екіншіден, бұл электрмен жабдықтау сенімділігінің жоғары деңгейін қамтамасыз етеді — тіпті қысқа мерзімді энергияның бұзылуы өндіріс процесінің тоқтап қалуына және айтарлықтай экономикалық шығындарға әкелуі мүмкін. Үшіншіден, бұл конфигурация бүкіл жүйені өшірмей техникалық қызмет көрсету және жоспарлы жөндеу жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік береді.

Коммутациялық аппаратура және өлшеу құралдары.

Әрбір трансформатордың кірісі мен шығысында келесі элементтер орнатылған: 5р20 және 10Р дәлдік кластары бар ток трансформаторлары (2000/1 және 3200/1); 0.2 және 0.5 дәлдігі бар $35/\sqrt{3}$ кВ кернеу трансформаторлары; жүктеме ажыратқыштары, ажыратқыштар және жерге тұйықтағыштар; 35 кВ доғалық қорғаныс құрылғылары. Төтенше жұмыс режимдерінен сенімді селективті қорғауды қамтамасыз ететін РДЗ-2-110 және ПРГ-2БУХЛ1 сияқты.

35 кВ шиналар және ішкі электр тарату жүйесі.

35 кВ орташа кернеулі шиналар 110/35 кВ негізгі қуат трансформаторлары мен 6.3 кВ және 0.4 кВ деңгейлеріндегі жабдықты қуаттандыратын таратылған трансформаторлар арасындағы аралық байланыс қызметін атқарады.

35 кВ магистральдық шиналардың конфигурациясы.

Кернеуді 110 кВ-тан 35 кВ-қа дейін төмендету үш трансформаторда жүзеге асырылады, сол жерден электр энергиясы шиналардың үш бөлігіне түседі — BUS-A, BUS-B және BUS-C. әр шина 2500 А дейін токқа арналған және 31.5 кА қысқа тұйықталу тогына 3 секунд бойы төтеп бере алады. Бұл бөлу электр қуатын икемді басқаруға, жүктемені бөлімдер арасында қайта бөлуге және төтенше жағдайлардың салдарын азайтуға мүмкіндік береді. Шиналар бөлімдері ажыратқыштар арқылы өзара байланысты және бірлесіп де, оқшауланған түрде де жұмыс істей алады.

Трансформаторлардың қуаты 35/6.3 кВ.

35 кВ шиналардан қуат кернеуі 35/6.3 кВ төмендететін

трансформаторларға түседі, олардың әрқайсысының қуаты 15 МВА. Бұл трансформаторлар кернеуді 6.3 кВ-қа дейін төмендетеді және орташа кернеулі тарату қалқандарының көзі болып табылады. Мұндай трансформаторлардың қатарында 3320 — TF-314, 3420-TF-322, 3530-TF-336 және басқалары бар, олардың әрқайсысы белгілі бір технологиялық аймаққа бекітілген.

6 кВ тарату қалқандары.

35/6.3 кВ трансформаторлар GRINDING AREA 6kV, primary CRUSHING 6kV, Pebble CRUSHING 6kV, tailing THICKENER 6KV және UNLOAD 6kV сияқты 6 кВ тарату қалқандарын қуаттайды. Бұл қалқандар белгілі бір өндірістік учаскелерді қамтамасыз етудің орталық тораптары ретінде қызмет етеді. Олардың әрқайсысы Автоматты ажыратқыштармен, релелік қорғаныспен, ток трансформаторларымен, доғалық сақтандырғыштармен, дабыл жүйелерімен және қашықтан басқару мүмкіндігімен жабдықталған.

35/0.4 кВ трансформаторлар және төмен вольтты тарату

35/6.3 кВ трансформаторлардан басқа, 35 кВ шиналарға төмен вольтты инфрақұрылымды (жарықтандыру, желдету, телемеханика жүйелері және т.б.) қуаттандыруды қамтамасыз ететін 35/0.4 кВ трансформаторлар да қосылған. Бұл топтың типтік трансформаторлары 0460-TF-111, 0460-TF-112 және 0460-TF-122 дейін, қуаты 2500 кВА дейін. Олар ауыр өнеркәсіптік жағдайларда пайдалануға арналған автоматикамен, өлшеу аппаратурасымен және қорғаныс құрылғыларымен жабдықталған.

35 кВ жүйесінің сенімділігі және резервтеу.

35 кВ шиналар жүйесі жоғары резервтеу деңгейімен ұйымдастырылған. Бір секция істен шыққан кезде жүктеме жедел түрде басқаларына қайта бөлінуі мүмкін. Трансформаторларды немесе коммутациялық аппаратураны жоспарлы жөндеу жағдайында жекелеген учаскелер қалқандарының жұмысын бұзбай ажыратылуы мүмкін. Бұған бөлек коммутация, айналма шиналардың болуы және икемді тарату архитектурасы арқылы қол жеткізіледі.

6 кВ деңгейіндегі ішкі электрмен жабдықтау.

Байыту фабрикасындағы 6 кВ электрмен жабдықтау жүйесі қуатты электр энергиясын тұтынушылар пайдаланылатын технологиялық процестің негізгі учаскелерін қуаттандыруға арналған. Бұл үздіксіз жұмыс істейтін және тұрақты және сенімді қуат көзін қажет ететін жабдық, соның ішінде шар диірмендері, ұсатқыштар, сорғы станциялары және қоюландыру және сүзу қондырғылары. Орташа кернеуді қолдану ток жүктемелерін азайтуға, кабельдік желілердің көлденең қимасын азайтуға және ұзақ қашықтықта энергия тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Негізгі тарату қалқандары 6 кВ.

Электр энергиясын 6 кВ деңгейінде бөлу жеке тарату қалқандары арқылы жүзеге асырылады, олардың әрқайсысы белгілі бір аймаққа бекітілген. Олардың қатарына ұнтақтау аймағына арналған 6KV ұнтақтау аймағы, ұсақтау учаскесіне арналған 6kV PRIMARY CRUSHING, қайталама ұнтақтауға арналған 6KV PEBBLE CRUSHING және жабдықты қоюлату, түсіру және техникалық қызмет көрсету жүйелерін қоректендіретін қалқандар кіреді. Барлық қалқандар

Автоматты ажыратқыштармен, ток трансформаторларымен, релелік қорғаныспен және қашықтан басқару құралдарымен жабдықталған. Бұл қалқандардан қуат 6/0.4 кВ төмендететін трансформаторларға түседі, олар кішігірім төмен вольтты тұтынушыларды энергиямен қамтамасыз етеді — мысалы, жарықтандыру жүйелері, төмен қуатты сорғылар, желдету және автоматика. Бұл трансформаторлар зауыт аумағында жүктеме нүктелеріне дейінгі ең аз қашықтықты ескере отырып орнатылады, бұл шығындарды азайтуға және сенімділікті арттыруға көмектеседі.

Қорғау және басқару жүйелері.

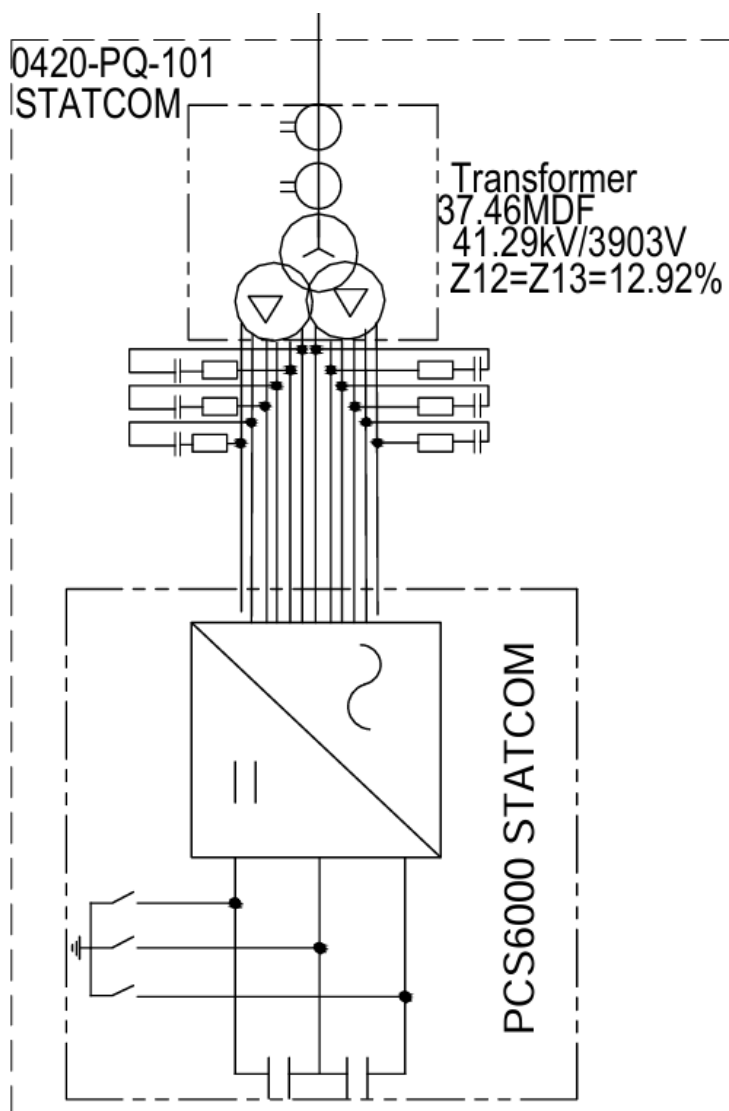
6 кВ деңгейінде электрмен жабдықтау дамыған қорғаныс жүйесімен бірге жүреді. Релелік қорғаныс қысқа тұйықталу мен шамадан тыс жүктеме кезінде жабдықтың зақымдануын болдырмайды, ал Автоматтандыру және телемеханика жүйелері жабдықтың күйін жедел бақылауға және оны жергілікті және қашықтан басқаруға мүмкіндік береді. Бақылау жүйесі нақты уақыт режимінде ток, кернеу және жиілік параметрлерін жинап, уақтылы техникалық қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді.

Резервтеу және 6 кВ жүйенің сенімділігі.

Жүйенің сенімділігі қуат көздерін резервтеу және тізбектерді жедел қайта конфигурациялау мүмкіндігі арқылы артады. Апат немесе жоспарлы техникалық қызмет көрсету кезінде жеке учаскелер бүкіл өндірістік процесті тоқтатпай-ақ тез ажыратылуы немесе балама көзге ауыстырылуы мүмкін. Осылайша, 6 кВ жүйесі зауыттың барлық негізгі механизмдерінің тұрақты және қауіпсіз жұмысының негізі болып табылады.

Байыту фабрикасында реактивті қуаттың статикалық компенсаторларын (STATCOM), гармоникалық сүзгілерді, сондай-ақ дизель-генератор қондырғыларына негізделген резервтік қуат көздерін қамтитын электр энергиясының сапасын және авариялық электрмен жабдықтауды басқарудың заманауи жүйесі іске асырылды. Бұл элементтер тұрақты кернеуді қамтамасыз етуде, жоғары қуат коэффициентін сақтауда, желідегі бұрмалануларды жоюда және төтенше жағдайларда жауапты тұтынушылардың үздіксіз жұмысында шешуші рөл атқарады.

STATCOM-желідегі реактивті қуат ағынын динамикалық түрде реттеуге қабілетті статикалық синхронды компенсатор (сурет 1.1). Зауытта орнатылған STATCOM жүйесінің номиналды қуаты шамамен 37.5 МВА құрайды және 41.29 кВ кернеуде жұмыс істейді, бұл үлкен асинхронды қозғалтқыштардың реактивті жүктемесін тиімді өтеуге және жабдықты іске қосу кезінде кернеуді тұрақтандыруға мүмкіндік береді. Дәстүрлі конденсаторлық батареялардан айырмашылығы, STATCOM жоғары реакция жылдамдығы мен реттеу дәлдігін қамтамасыз етеді, әсіресе тез өзгертін жүктемелер жағдайында.



1.1 – сурет - STATCOM компенсаторының бір сызықты схемадағы көрінісі

Байыту фабрикасында орнатылған гармоникалық сүзгілер-бұл сызықтық емес жүктемелер жұмыс істеген кезде пайда болатын электр желісіндегі жоғары жиілікті бұрмалануларды жоюға арналған пассивті құрылғылар. Мұндай жүктемелерге жиілікті реттейтін жетектер, тиристорлық түрлендіргіштер, қуатты электр қозғалтқыштары және энергияны тұтынудың импульстік сипаты бар Басқа жабдықтар кіреді. Бұл құрылғылардың жұмысы желіде гармоникалық Токтар мен кернеулердің пайда болуына әкеледі, олар сүзгіден өтпеген жағдайда қосымша шығындарға, жабдықтың қызып кетуіне және электр энергиясының сапасының төмендеуіне әкеледі.

Зауыт диаграммасында сүзгілер жеке функционалды блоктар түрінде ұсынылған, олардың әрқайсысы белгілі бір гармоникалық жиілікті басуға бейімделген. Олар жүйеге ток трансформаторлары мен ажыратқыштар арқылы қосылады, бұл ажыратудың селективтілігін, бүкіл желіні тоқтатпай диагностика мен техникалық қызмет көрсету мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Әр сүзгінің қуаты

2.4-тен 7.2 МВар-ға дейін және кең ауқымды қамтиды — 2-ден 35-ші гармоникаға дейін. Стандартты 5-ші және 7-ші гармоникаға ғана емес, сонымен қатар 3.5-ші, 13-ші және 35-ші сияқты ерекше сүзгілердің болуы дизайнерлердің егжей-тегжейлі спектрлік бағалау жүргізгенін және белгілі бір жабдықтың жұмыс ерекшеліктерін ескергенін көрсетеді.

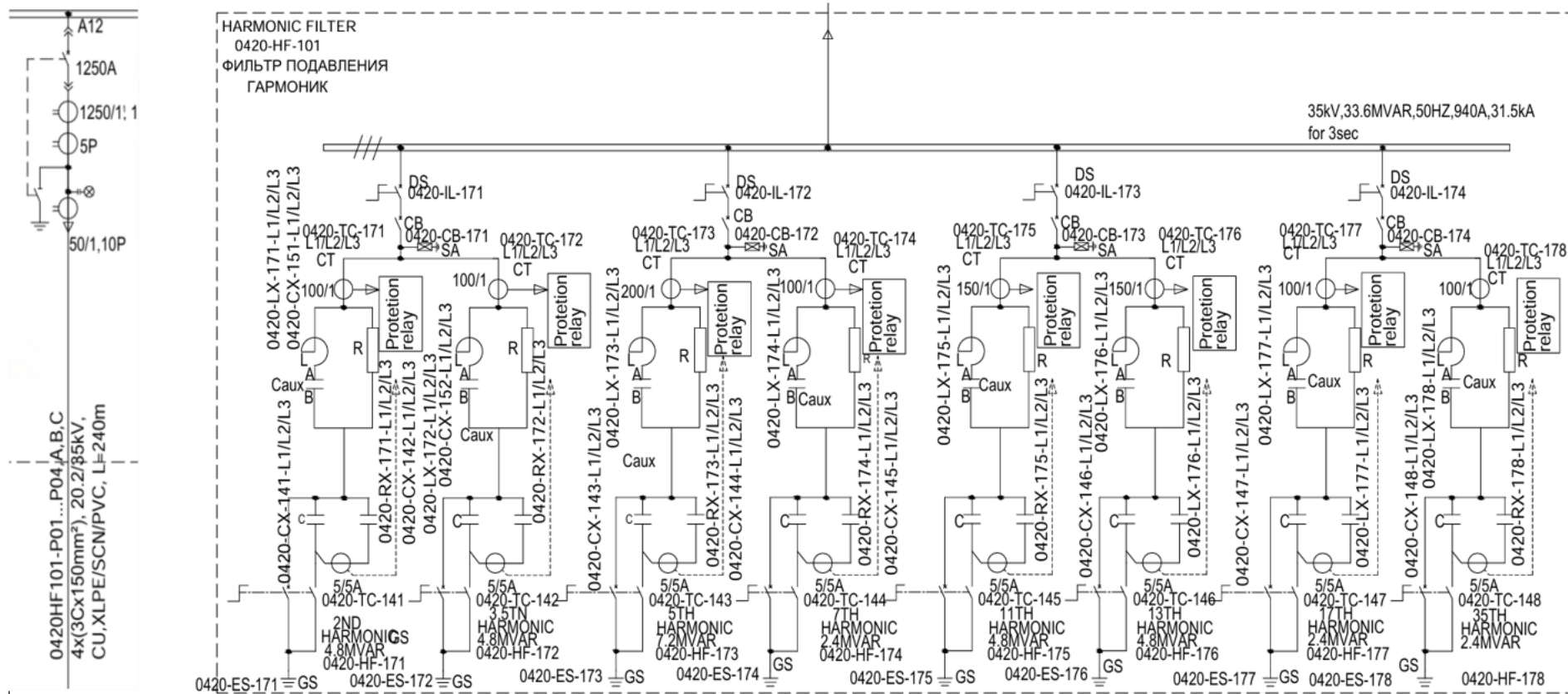
Құрылымдық жағынан сүзгілер-бұл белгілі бір жиілікке резонанс тудыратын реакторлар мен конденсаторлық батареялардан тұратын LC тізбектері (сурет 1.2). Олардың негізгі қызметі — гармоникалық токтарды желіден шығару, осылайша трансформаторларды түсіру, жылу шығынын азайту және кабельдік желілер мен электр қондырғыларының қызмет ету мерзімін ұзарту. Сонымен қатар, олар синусоиданың пішініне өте сезімтал автоматты жүйелердің, есепке алу құралдарының және Релелік қорғаныстың дәлдігін арттырады.

Пассивті гармоникалық сүзгілерді STATCOM және компенсациялық құрылғылар сияқты электр энергиясының сапасын басқарудың басқа шараларымен бірге қолдану жалпы кернеудің бұрмалануын (THD) қолайлы деңгейде ұстауға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе энергиямен қаныққан өндіріс жағдайында өте маңызды, мұнда тұрақтылық пен қуат сапасы бүкіл объектінің технологиялық қауіпсіздігі мен экономикалық тиімділігіне тікелей әсер етеді.

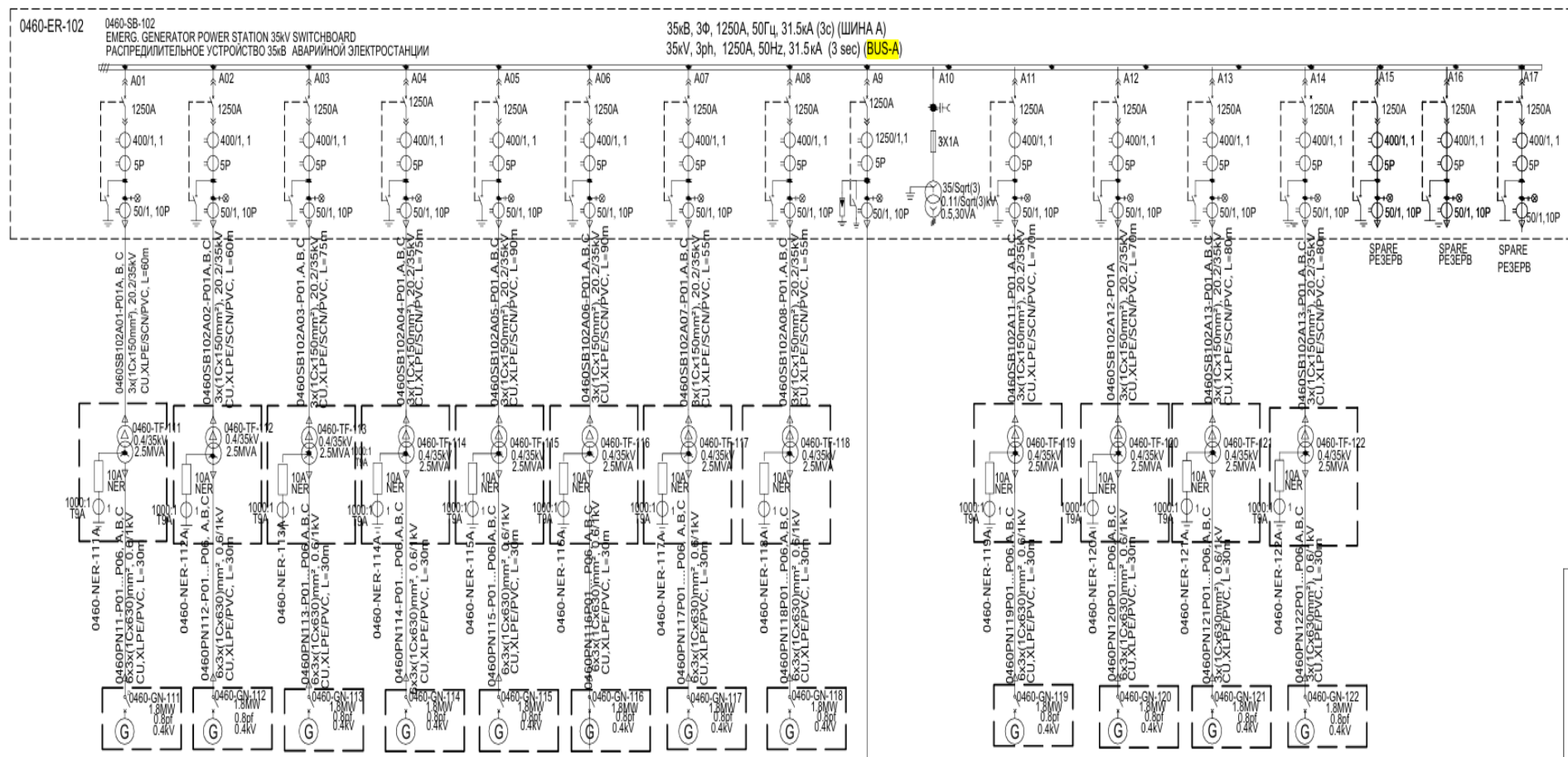
Өтемақы және сүзу жүйелерінен басқа, объектіде 380 В кернеуге есептелген авариялық дизель-генераторлық электр станциясы қарастырылған (сурет 1.3), ол сыртқы электрмен жабдықтау толығымен өшірілген кезде автоматты түрде қосылады және жарықтандыру, автоматтандыру, дабыл және байланыс жүйелерін энергиямен қамтамасыз етеді. Генератор автоматты ажыратқыштар арқылы қосылады және ABR (резервті автоматты түрде енгізу) жүйесімен басқарылады, бұл зауыттың штаттан тыс жағдайларда жұмыс істеуінің ең аз қажетті деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, энергиямен жабдықтау жүйесінде 0.4 кВ және 6 кВ деңгейіндегі конденсаторлық қондырғылар мен сүзгіні өтейтін құрылғылар қарастырылған, олар жергілікті түрде реактивті қуатты өтейді, бұл қуат коэффициентін 0.95 және одан жоғары деңгейде ұстап тұруға ықпал етеді. Бұл құрылғылар желінің жүктелуіне байланысты автоматты режимде жұмыс істейді, бұл энергия тиімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға және реактивті энергияны артық тұтынғаны үшін айыппұлдарды болдырмауға мүмкіндік береді.

Осылайша, зауыттағы электр энергиясының сапасын басқару жүйесі энергиямен қаныққан өндірістің қарқынды және үздіксіз жұмысы жағдайында сенімділіктің, тұрақтылықтың және үнемділіктің жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз ететін кешенді және теңдестірілген болып табылады.



1.2-сурет – Гармоникалық сүзгінің бір линиялық схемадағы көрінісі



1.3-сурет – Төтенше жағдай электрстанциялары

1.3 Фабрика электр жүктемелерін есептеу

Басты рационалды есептеу оның технико-экономиканың күрделі сұрақтарына электрмен жабдықтауын жобалау. Электр жүктемені анықтау кез-келген электрмен жабдықтау жүйесін жобалаудың бірінші кезеңі болып табылады.

Электрмен жабдықтау жүйесін жобалау кезінде барлық электр энергия тұтынушылары жүктеме негізінде қарастырылады.

Жүктеме келесі түрлерге бөлінеді: активті қуат – P , реактивті қуат – Q , толық қуат – S және ток I .

Ең әуелі біз байыту фабрикасын толық қамтитын электртұтынушылардың жалпы активті қуатын есептеуіміз керек. Берілген байыту фабрикасының электр қуатымен жабдықтау схемасы бойынша мен бұл фабрика элементтерін келесі топқа бөліп қарастырдым (кесте 1.1):

1.1 – кесте – Фабрика жабдықтарының активті қуаты

Құрылғы топтары	Активті қуаты, кВт
Жартылай өзіндік ұнтақтау диірмені	28000.0
Бірінші қазандық	22500.0
Шарлы диірмен 1	22000.0
Шарлы диірмен 2	22000.0
Дизель генераторлары (14 x 1800 кВт)	25200.0
Вахталық қалашықтың тарату құрылғысы	11030
Жерүсті конвейерінің қозғалтқыштары (2 x 2250 кВт)	4500
Техникалық су сорғылары (3 x 950 кВт)	2850
Бастапқы циклондарына беру сорғысы (2 x 2000 кВт)	4000
Жоғары қысымды валдық ұсатқыштың №1 қозғалтқышы	1750
Жоғары қысымды валдық ұсатқыштың №2 қозғалтқышы	1750
Негізгі флотация концентратын қайта ұнтақтайтын диірмен	3000
Қалдық флотация концентратын қайта ұнтақтайтын диірмен	3000

1.1 – кесте жалғасы

Құрылғы топтары	Активті қуаты, кВт
Қоюланған қалдықтар сорғысы (2 x 870 кВт)	1740
Қиыршық тас ұсатқыш (2 x 850 кВт)	1700
Флотатордың қалдық камералары (5 x 300 кВт)	1500
2-ші желінің қалдық флотациялық камералары (5 x 300 кВт)	1500
Қалдықты қоюландыру жүйесінің №1 қоректік сорғысы (2 x 720 кВт)	1440
Төмен қысымды ауа үрлегіштер (3 x 450 кВт)	1350
Бастапқы ұсатқыш	750
Флотацияның ірі бөлшектерге арналған камералары (2 x 300 кВт)	600
2-желінің бастапқы флотациялық камерасы – қайта ұнтақтау жүктемесі (2 x 300 кВт)	600
Қалған жүктемелер	3600

$$\sum P_{\text{ном}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{ном}} = & 28 + 25.2 + 22.5 + 22 + 22 + 11.03 + 4.5 + 4 + 6 + 3.6 + 2.85 \\ & + 1.75 + 1.75 + 1.74 + 1.7 + 1.5 + 1.5 + 1.44 + 1.95 \end{aligned}$$

$$\sum P_{\text{ном}} = 166.36 \text{ МВт}$$

Ең жүктелген ауысымдағы орташа активті қуат $P_{\text{орт}}$, кВт және реактивті қуат $Q_{\text{орт}}$, кВар – электр қабылдағыштар тобының электр жүктемелерін анықтаудағы негізгі шамалар болып табылады.

$$P_{\text{орт}} = K_{\text{пай}} * \sum P_{\text{ном}} \quad (1.2)$$

$$P_{\text{орт}} = 0,75 * 166.36 = 124.77 \text{ МВт}$$

мұндағы $K_{\text{пай}}$ – групповой коэффициент использования,
 $P_{\text{ном}}$ – суммарная номинальная мощность.

Осы топтың орташа активті қуаты $P_{орт}$ -ді $\tan \varphi$ -ге көбейту арқылы

$$Q_{орт} = P_{орт} * \tan \varphi \quad (1.3)$$

$$Q_{орт} = 124.77 * 0.75 = 93.5 \text{ МВар}$$

Мұндағы $\tan \varphi$ – фазалардың ығысу тангенсі.

Әртүрлі номиналдық қуаттар мен жұмыс режимдеріндегі қабылдағыштар тобындағы тиімді қабылдағыш саны деп — бірдей жұмыс режиміндегі және бірдей қуаттағы шартты қабылдағыштардың санын айтады. Бұл қабылдағыштар нақты қарастырылып отырған әртүрлі қуаттағы және әртүрлі режимдегі қабылдағыштар тобына балама бірдей есептік жүктемені тудырады.

$$n_{эф} = \frac{2 \sum P_{ном}}{P_{ном. max}} \quad (1.4)$$

$$n_{эф} = \frac{2 * 166.36}{28} = 11.88$$

Максимум коэффициентінің мәні осы қабылдағыштар тобының пайдалану коэффициенті $K_{пай}$ және тиімді қабылдағыштар саны $n_{эф}$ -ке тәуелді.

Максималды активті қуат:

$$P_{max} = K_{max} * P_{орт} \quad (1.5)$$

$$P_{max} = 1 * 124.77 = 124.77 \text{ МВт}$$

Максималды реактивті қуат:

$$Q_{max} = K_{max} * Q_{орт} \quad (1.6)$$

$$Q_{max} = 1 * 93.57 = 93.57 \text{ МВар}$$

Максималды толық қуат:

$$S_{max} = \sqrt{P_{max}^2 + Q_{max}^2} \quad (1.7)$$

$$S_{max} = \sqrt{124.77^2 + 93.57^2} = 155.9 \text{ МВА}$$

1.4 Күштік трансформаторларды таңдау

Kazminerals байыту фабрикасында 3 күштік трансформаторлар орнатылған (сурет 1.4). Олардың әрқайсысының қуаты 120/150 МВА құрайды. Электр энергиясының шығындарын есептеу, құнын бағалау және жабдықты таңдау үшін схемада көрсетілген параметрлерге сәйкес келетін типтік күштік трансформатор таңдалды.

Бірінші және екінші категориялы қабылдағыштары бар кәсіпорындары үшін БТҚС-сы екі күштік трансформатормен орындалады.

Егер БТҚС-да үш трансформатор орнатылса, олардың әрқайсысының номинал қуаты мына шарт арқылы таңдалады:

$$S_{н.т.} \geq \frac{S_p}{n \cdot K_{ж}} \quad (1.8)$$

Апат жағдайларында жұмыс істеп тұрған трансформатор, үшінші категориялы тұтынушылардың сөну мүмкіндігін ескере отырып, жіберілетін асқын жүктемеге тексеріледі, яғни

Байыту фабрикасында қолданылатын күштік трансформаторлардың мәні берілмегендіктен, күштік трансформаторларды өзіміз таңдаймыз.

$$2,1S_{н.т.} \geq S_p \quad (1.9)$$

Осы шарттарды ескере отырып екі типті трансформатор таңдадым. Олардың техникалық берілгендері:

Таңдалған трансформатор түрі – ТДЦ-125000/110, техникалық сипаттамалары келесідей:

1) Номинал қуаты: $S_n = 125$ МВА

2) Бос жүріс кезіндегі шығындар: $\Delta P_{х.х} = 100$ кВт

3) Қысқа тұйықталу режиміндегі шығындар: $\Delta P_{қ.з} = 400$ кВт

4) Қысқа тұйықталу кернеуі: $U_k = 10.5\%$

5) Бос жүріс тогы: $I_{х.х} = 0,4\%$

6) Шамамен құны: $k150 = 142$ млн. теңге

7) ТДЦ-125000/110 трансформаторын таңдау келесі себептерге негізделген:

8) Жүктеменің ең жоғары мәндерінде (125 МВА дейін) сенімді жұмысын қамтамасыз ету;

9) Резервтік жұмыс режимін (n–1) іске асыру мүмкіндігі;

10) Трансформатордың салыстырмалы жүктемесін төмендету арқылы сенімділікті арттыру және қуат шығындарын азайту.

Трансформаторлардың жүктелу коэффициенті:

$$K_{ж} = \frac{S_p}{S_{ном.тр}}, \quad (1.8)$$

$$k_{ж1} = \frac{S_M}{S_{н.тр}} = \frac{155.9}{125} = 1.24.$$

$$k_{ж2} = \frac{S_M}{2 \cdot S_{н.тр}} = \frac{155.9}{2 \cdot 125} = 0,62.$$

$$k_{ж3} = \frac{S_M}{3 \cdot S_{н.тр}} = \frac{155.9}{3 \cdot 125} = 0,41.$$

Трансформатордың бос жүріс кезіндегі реактивті қуаттары

$$\Delta Q_{xx} = \frac{S_{ном.тр} \cdot I_{xx}}{100}, \text{ кВар} \quad (1.9)$$

$$\Delta Q_{x.x} = S_{н.тр} \cdot \frac{I_{x.x}}{100} = 125000 \cdot \frac{0,4}{100} = 500 \text{ кВар}$$

Қысқаша тұйықталу кезіндегі реактивті қуат

$$\Delta Q_K = S_{ном.тр} \cdot \frac{U_K}{100}, \text{ кВа} \quad (1.10)$$

$$\Delta Q_{к.з} = S_{н.тр} \cdot \frac{U_K}{100} = 125000 \cdot \frac{10.5}{100} = 13125 \text{ Квар.}$$

Бос жүріс кезіндегі келтірілген шығындар

$$\Delta P'_{xx} = \Delta P_{xx} + K_{н.п.} \cdot \Delta Q_{xx}, \text{ кВт} \quad (1.11)$$

мұндағы $K_{н.п.}=0,03 \text{ кВт'кВар}$ – шығынының өзгеру коэффициенті.

$$\Delta P'_{x.x} = \Delta P_{x.x} + k_{и.п} \cdot \Delta Q_{x.x} = 100 + 0,03 \cdot 500 = 115 \text{ кВт};$$

Қысқаша тұйықталу кезіндегі келтірілген шығындар

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_{н.п.} \cdot \Delta Q_K, \text{ кВт} \quad (1.12)$$

$$\Delta P'_{x.x} = \Delta P_{x.x} + k_{и.п} \cdot \Delta Q_{x.x} = 100 + 0,03 \cdot 500 = 115 \text{ кВт};$$

$$\Delta P'_{к.з.} = \Delta P_{к.з.} + k_{и.п} \cdot \Delta Q_{к.з.} = 400 + 0,03 \cdot 13125 = 794 \text{ кВт.}$$

Трансформаторлардағы келтірілген шығындар:

$$P'_T = \Delta P'_{xx} + K_3^2 \cdot \Delta P'_{K.3}, \text{ кВт} \quad (1.13)$$

$$\Delta P'_{125} = \Delta P'_{x.x} + k_{ж1}^2 \cdot \Delta P'_{K.3} = 115 + 1.24^2 \cdot 794 = 1336 \text{ кВт};$$

$$\Delta P'_{2 \cdot 125} = n \cdot \Delta P'_{x.x} + n \cdot k_{ж2}^2 \cdot \Delta P'_{K.3} = 2 \cdot 115 + 0.62^2 \cdot 2 \cdot 794 = 840 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P'_{3 \cdot 125} = n \cdot \Delta P'_{x.x} + n \cdot k_{ж3}^2 \cdot \Delta P'_{K.3} = 3 \cdot 115 + 0.42^2 \cdot 3 \cdot 794 = 765 \text{ кВт.}$$

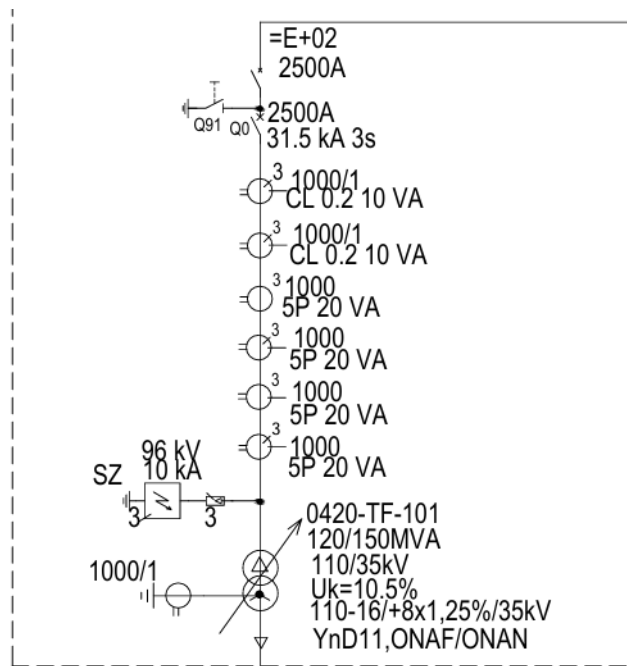
Трансформаторлардың параллель жұмысына ауысу үшін қажетті жүктемені табамыз:

$$S = S_{\text{ном.тр}} \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P'_{x.x}}{\Delta P'_{K.3}}}, \text{ кВА} \quad (1.14)$$

мұндағы N – трансформатор саны.

$$S_A = S_{\text{н.тр}} \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P'_{x.x}}{\Delta P'_{K.3}}} = 125 \sqrt{6 \cdot \frac{115}{794}} = 116.5 \text{ МВА}$$

$$S_B = S_{\text{н.тр}} \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P'_{x.x}}{\Delta P'_{K.3}}} = 125 \sqrt{2 \cdot \frac{115}{794}} = 67.27 \text{ МВА}$$



1.4-сурет – Күштік трансформатордың схемадағы көрінісі

2 Шарлы диірмендер

2.1 Шарлы диірмендердің қолданылу саласы

Шарлы диірмендер – қатты материалдарды майдалап ұнтақтауға арналған ең кең таралған жабдықтардың бірі. Олар тау-кен өндірісінде, металлургияда, цемент өндіруде, химия өнеркәсібінде және құрылыс материалдарын дайындау салаларында кеңінен қолданылады. Әсіресе кенді бастапқы және қайталама ұнтақтау үшін жиі пайдаланылады.

Тау-кен металлургия кешендерінде шарлы диірмендер кенді майдалап, одан кейін флотация немесе гидрометаллургиялық әдістер арқылы пайдалы қазбаларды бөліп алуға дайын материал алу үшін қолданылады. Құрылыс индустриясында диірмендер цемент шикізатын, клинкерді, әктас пен гипсті ұнтақтауға қолданылады. Химия өнеркәсібінде – әртүрлі қоспалар мен реагенттерді қажет мөлшерге дейін ұнтақтау үшін пайдаланылады.

Шарлы диірмендердің әмбебаптығы олардың көптеген материалдармен, әртүрлі қаттылықтағы және ылғалдылықтағы шикізаттармен жұмыс істей алуына мүмкіндік береді. Сондықтан, олар заманауи өндірісте сұранысқа ие болып отыр.

Тау-кен өндірісі – шарлы диірмендердің ең басты қолдану салаларының бірі болып табылады. Бұл салада диірмендер кен құрамындағы бағалы компоненттерді бос жыныстардан ажыратуға қолайлы фракцияларға дейін майдалау мақсатында қолданылады. Ұнтақтау процесі флотация, гидрометаллургия немесе гравитациялық байыту әдістеріне дайындық кезеңі ретінде жүреді. Мысалы, мыс, алтын, темір рудалары тәрізді бағалы металдарды өндіру үшін ұсақтау мен ұнтақтау – технологиялық тізбектің ажырамас бөлігі.

Металлургия саласында, шарлы диірмендер кеннен алынған рудалық материалдарды әрі қарай өңдеу алдында алдын ала ұсақтау үшін пайдаланылады. Бұл материалдар қара металдар (темір, марганец және т.б.) мен түсті металдар (мыс, алюминий, қорғасын, мырыш және т.б.) болып бөлінеді. Жоғары сапалы металдар алу үшін материалдың біртекті әрі майда фракциясы қажет, сондықтан диірмендер – бұл процестің басты тетігі.

Цемент өнеркәсібінде шарлы диірмендердің рөлі айрықша. Мұнда олар цемент өндірудің негізгі шикізаттарын – клинкер, гипс, әктас және басқа минералдарды қажетті ұнтақтық дәрежеге дейін жеткізеді. Ұнтақтау сапасы цементтің беріктігі мен оның соңғы қасиеттеріне тікелей әсер етеді. Сондықтан бұл салада диірмендердің сенімділігі мен тиімділігі жоғары талаптарға сай болуы қажет.

Химия өнеркәсібі де шарлы диірмендердің тиімділігін пайдаланады. Мұнда қатты реагенттер мен химиялық қоспаларды дәл әрі ұсақ етіп ұнтақтау қажет. Әсіресе бояғыштар, катализаторлар, тыңайтқыштар және басқа химиялық өнімдер өндіру кезінде диірмендер кеңінен қолданылады. Бұл процесте материалдың гомогенділігі мен ұнтақтау дәлдігі шешуші мәнге ие.

Осылайша, шарлы диірмендердің қолдану аясы өте кең, әрі әр салада олар нақты технологиялық міндеттерді орындауға бейімделген. Бұл жабдықтың икемділігі, өнімділігі мен сенімділігі оны көптеген өндірістік бағытта таптырмас құрал етеді.

2.2 Шарлы диірмендердің құрылымы

Шарлы диірмен - бұл ішкі бөлігі бос, жүктеу және түсіру торцтық қақпақтарымен жабылған, ұнтақтаушы денелермен толтырылған және өз осі бойынша айналатын барабан.

Шарлы диірменнің барабаны (2.1-сурет) - ішкі жағы болаттан жасалған цилиндр, ішкі беті шарлардың және ұсақталатын материалдың соққылық және үйкеліс әсерінен қорғайтын брондалған футеровкалық плиталармен қапталған.

Мельницаның жұмысына барабан футеровкасының пішіні айтарлықтай әсер етеді. Ірі бастапқы материалмен жұмыс істейтін шарлы диірмендердің барабандарының футеровкаларында қабырғалар (ребра) болады. Ұсақ материалмен жұмыс істейтін диірмендерде ұсақ қабырғалы немесе мүлдем тегіс футеровкалар қолданылады.

Қабырғалардың биіктігі, өзара орналасуы және пішіні ұсақтаушы ортаның барабанмен байланысу күшіне және диірменнің жұмыс нәтижесіне әсер етеді. Сондықтан футеровка тозған жағдайда оның беткі құрылымы күрт өзгермеуі маңызды.



2.1-сурет – Шарлы диірмен барабаны

Ұнтақталған өнімді түсіру әдісіне байланысты диірмендер орталық түсірумен және тор арқылы түсірумен бөлінеді.

Орталық түсіріліммен жұмыс істейтін диірмендерде ұнтақталған өнім бос ағын арқылы қуыс түсірілім мойынтірегi арқылы шығарылады. Бұл үшін барабан ішіндегі пульпаның деңгейі түсірілім мойынтірегiнің төменгі түзушісінен жоғары болуы қажет. Сондықтан орталық түсіруі бар диірмендерді кейде ағынды типтегі диірмендер немесе жоғары пульпа деңгейлі диірмендер деп атайды. Түсірілім мойынтірегiнің (воронка) диаметрі жүктеуіш мойынтірегiнен

үлкенірек болады — бұл еңкіштік жасау және диірмен ішінде пульпаның жоғары деңгейін сақтау үшін қажет.

Тор арқылы түсіруі бар диірмендерде ұнтақталған өнімді мәжбүрлеп шығаратын көтергіш құрылғы болады. Сондықтан бұл типтегі диірмендерде пульпаның деңгейі түсірілім мойынтірегінен төмен болуы мүмкін. Мұндай диірмендерді кейде мәжбүрлі түсіру диірмендері немесе төмен пульпа деңгейлі диірмендер деп атайды.

Бұл типтегі шарлы диірменде барабанның түсірілім жағында тор орнатылған, оның ұнтақталған материалды түсіруге арналған тесіктері болады. Тордың торцтық қақпаққа қараған жағында радиалды орнатылған қабырғалар-лифтерлер болады. Олар тор мен қақпақ арасындағы кеңістікті секторлық камераларға бөледі, бұл камералар цапфамен байланысқан.

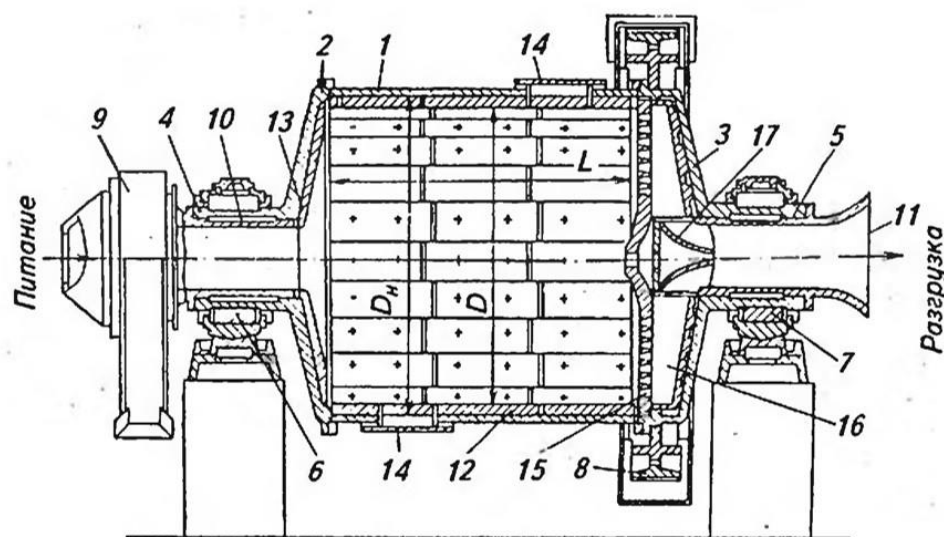
Барабан айналған кезде бұл қабырғалар элеватор доңғалағы сияқты әрекет етіп, пульпаны түсірілім цапфасына дейін көтереді. Мұндай құрылғы пульпаның диірмендегі деңгейін төмен ұстауға және материалдың диірменде болу уақытын қысқартуға мүмкіндік береді, өйткені пульпа көлемі азаяды.

Шарлы диірмендер материалдарды ірі және ұсақ ұнтақтауда кеңінен қолданылады. Олардың жұмыс принципі — айналмалы барабан ішіндегі ұсақтаушы денелердің еркін құлап соғуы және жартылай үйкелісі арқылы материалды ұнтақтау (сурет 2.2).

Шарлы диірмендер конструкция жағынан әртүрлі болады: қысқа және ұзын барабанмен, қалқалармен және қалқасыз, әртүрлі ұсақтаушы денелермен және т.б.

Қарастырылып отырған технологияның артықшылығы-ұнтақтаудың жоғары және тұрақты дәрежесін алу, сондай-ақ осы көрсеткішті реттеу мүмкіндігі. Сонымен қатар, материалды тікелей диірменде кептіруге болады, бұл өндіріс процесін жеңілдетеді. Орнату дизайны қарапайым және сенімді, сонымен қатар әртүрлі қаттылықтағы жыныстарды өңдеуге мүмкіндік береді.

Алайда, бұл жабдықтың кемшіліктері де бар. Ол көп мөлшерде энергияны тұтынады, айтарлықтай массасы мен өлшемдеріне ие, сонымен қатар жоғары іске қосу моментін қажет етеді.



1-Диірменнің барабаны; 2-Подшипник корпусы; 3-Разгрузкaлық гильза (втулка); 4-Жүктеу цапфасы (қуыс білік); 5-Разгрузкaлық цапфа (қуыс білік); 6-Тірек тұғыры; 7-Тірек тұғыры (разгрузка жағы); 8-Разгрузка жағындағы подшипник; 9-Жүктеу бункері (немесе қоректендіргіш); 10-Жүктеу жағындағы подшипник; 11-Разгрузкaлық воронка (мойын); 12-Жұмыс кеңістігі (ұсататын шарлармен бірге); 13- Жүктеу жағының қақпағы; 14 Футеровка (қорғау қабаты, бронь); 15-Аралық тор немесе торлы қалқа; 16-Разгрузка жағының бекіту элементі; 17-Қаттылық беретін сақина немесе тірек элементі;

2.2-сурет – Тор арқылы түсіретін, ылғалды ұнтақтауға арналған шарлы диірмен (МШР)

Шарлы диірмен элементтері:

- Диірменнің барабаны
- Подшипник корпусы
- Разгрузкaлық гильза (втулка)
- Жүктеу цапфасы (қуыс білік)
- Разгрузкaлық цапфа (қуыс білік)
- Тірек тұғыры
- Тірек тұғыры (разгрузка жағы)
- Разгрузка жағындағы подшипник
- Жүктеу бункері (немесе қоректендіргіш)
- Жүктеу жағындағы подшипник
- Разгрузкaлық воронка (мойын)
- Жұмыс кеңістігі (ұсататын шарлармен бірге)
- Жүктеу жағының қақпағы
- Футеровка (қорғау қабаты, бронь)
- Аралық тор немесе торлы қалқа
- Разгрузка жағының бекіту элементі
- Қаттылық беретін сақина немесе тірек элементі

2.3 Шарлы диірменнің жұмыс істеу принципі

Шарлы диірмен — бұл горизонталь ось бойымен айналатын қуыс барабан. Ол шамамен жартылай ұсақтаушы шарлармен (соғушы элементтермен) толтырылған.

Барабанның айналуы нәтижесінде шарлар ішкі бетімен жоғары көтеріледі, содан кейін ауырлық күші әсерінен төменге құлайды. Бастапқы материал цапфалардың біреуі арқылы үнемі диірменге беріледі. Шикізат бөлшектері жаншу, үйкелу және соққы арқылы ұсақталады. Екінші цапфа арқылы барабаннан өнім шығарылады.

Егер диірмен құрғақ ұнтақтауға арналған болса, онда өңделген шикізат ауа ағынымен шығарылады. Ауа барабаннан сору арқылы пайда болады. Ал егер ылғалды ұнтақтау жүргізілсе, материал су ағынымен шығарылады.

Айналу жиілігі артқан сайын барабанды диірменнің өнімділігі бастапқыда артады. Бұл шарлардың жоғары биіктікке дейін көтерілуімен байланысты. Алайда, егер айналу жылдамдығы одан әрі артса, шарлар барабанның ішкі бетіне «жабысатын» болады. Мұндай жағдайда ұсақтау қондырғысының өнімділігі күрт төмендейді (сурет-2.3).

Диірмен біраз уақыт жұмыс істеген соң, оның жұмыс элементтері (шарлар) тозады. Бұл жағдайда олар бастапқы материалмен бірге барабанға қосылып отырады. Соғушы элементтерді (шарларды) жүктеудің максималды деңгейі — кіріс патрубогының шеңберінен 50 мм төмен орналасуы қажет.

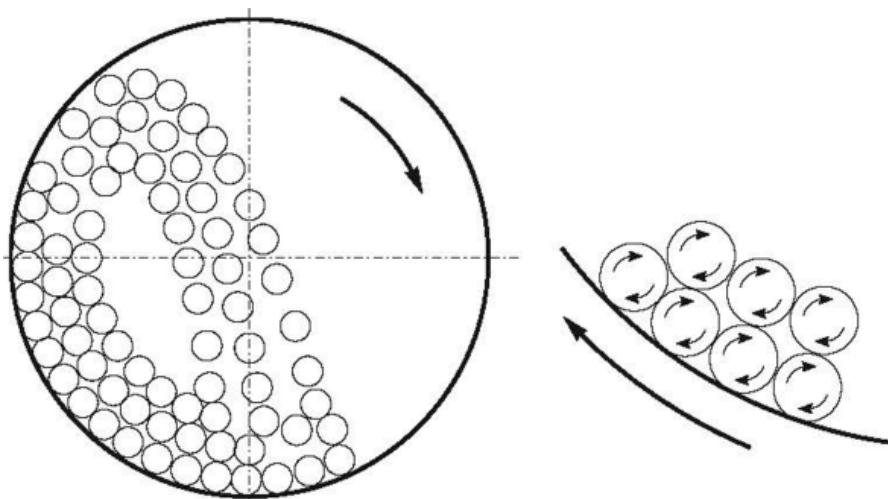
Шарлы барабанды диірмендегі материалды ұнтақтау сызбасы мен құрылымын толығырақ қарастырайық.

Қазіргі заманғы шарлы диірменнің барабаны — бұл болат табақтардан жасалған дәнекерленген құрылым, оның ішкі беті алынбалы брондалған футеровкалық плиталармен қапталған.

Шарлы диірменнің жұмысшы бөліктері (ұсақтаушы денелері) ретінде шарлар, стерженьдер және басқа да элементтер қолданылады. Олар айналыс барабанмен белгілі бір биіктікке дейін көтеріледі, содан кейін төмен құлап, материалды ұнтақтауды соққы әдісімен жүзеге асырады.

Сондай-ақ барабан корпусының айналуы шарлардың қозғалысын тудырады, ал олар қозғалу кезінде ұнтақталатын сусымалы материалды үйкеліс арқылы ұсақтайды.

Шарлы диірменнің жұмыс тиімділігі ұсақтаушы шарлардың барабан ішіндегі қозғалыс режиміне тікелей байланысты. Барабанның айналу жылдамдығына, оның диаметріне және толу дәрежесіне қарай шарлардың қозғалысы үш негізгі режимде жүзеге асады:



Сурет 2.3 – Шарлы барабан диірменіндегі шарлардың қозғалысы

1) Каскадтық режим (каскадты қозғалыс).

Бұл режимде шарлар барабан қабырғасына ілесіп белгілі бір биіктікке дейін көтеріледі де, ауырлық күшінің әсерінен төмен қарай домалап түседі. Бұл — ұнтақтау үшін ең тиімді режимдердің бірі, өйткені материалды ұсақтау жаншу және жартылай соққы әсерімен жүреді. Каскадтық қозғалыс материалмен үздіксіз әрекеттесуін қамтамасыз етеді.

2) Су тасқыны тәрізді режим (водопадный режим).

Бұл жағдайда барабанның айналу жылдамдығы жоғары болады, сондықтан шарлар барабанның жоғарғы нүктесіне дейін көтеріледі де, еркін құлап, материалға тікелей соққы береді. Бұл режимде ұнтақтау көбінесе соққы әсері арқылы жүзеге асады. Бірақ ол ұсақ материалдар үшін жарамсыз болуы мүмкін, өйткені материал қатты соққыдан ұшып кетуі немесе пульпа шашырауы мүмкін.

3) Центрифугалық режим (орталықтан тепкіш қозғалыс).

Барабан тым жоғары жылдамдықпен айналғанда, шарлар оның ішкі қабырғасына «жабысып» қалады және айналу тоқтатпайды. Бұл жағдайда ұнтақтау процесі тоқтап қалады, өйткені шарлар материалмен әрекеттеспейді. Бұл ең тиімсіз режим болып есептеледі.

Шарлы барабан диірмендерінің құрылысына, барабанның айналу жылдамдығына, ұсақтаушы денелермен (шарлармен) толтырылу дәрежесіне және өңделетін материалдың қасиеттеріне байланысты — соққылық немесе үйкеліс әсері басым болады.

Мысалы, егер барабан көлемінің 60%-ы ұсақтаушы денелермен толтырылған болса, онда үйкеліс (истирание) арқылы ұнтақтау күшейеді. Жалпы алғанда, шарлы барабан диірмендері — соққы-үйкеліс әсеріне негізделген ұнтақтау агрегаттары болып табылады. Қазіргі заманғы шарлы барабан диірмендер келесі белгілер бойынша жіктеледі:

Жұмыс режимі бойынша: циклдік және үздіксіз әрекеттегі диірмендер;

Ұнтақтау әдісі бойынша: құрғақ және ылғалды ұнтақтау диірмендері;

Материалды беру және шығару әдісі бойынша: материалды люк арқылы, қуыс цапфа арқылы немесе басқа типтегі жүктеу-түсірілім құрылғылары арқылы беру және шығару (сурет-2.4).

Ұсақталған сөндірілмеген әкті майда ұнтақтау үшін қолданылатын үздіксіз әрекеттегі шарлы барабан диірменінің сызбасы көрсетілген.

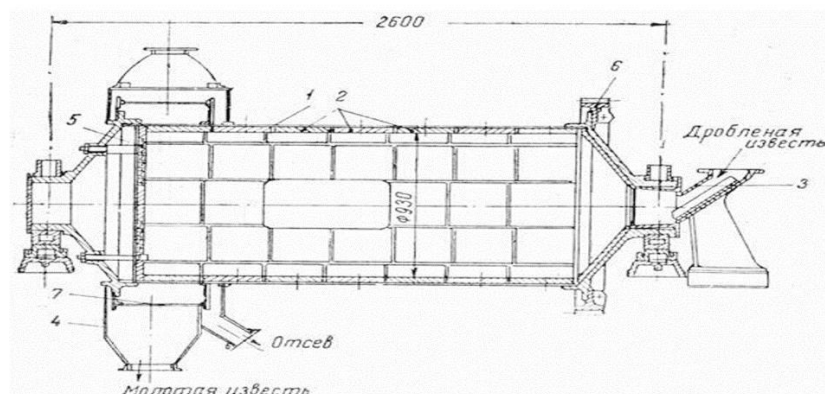
Бұл диірменде өңделген ұнтақталған сөндірілмеген әк силикатты және пеносиликатты бұйымдар өндірісінде қолданылған.

Дәл осындай құрылымдағы үздіксіз әрекеттегі шарлы диірмендер — әртүрлі өнеркәсіп салаларындағы үлкен көлемдегі ұсақ дисперсті материалдарға сұраныс бар кәсіпорындарда кеңінен қолданылады .

Ұнтақтау процесін күшейту

Ұнтақтау процесінің тиімділігін арттыру үшін ол сұйық ортада жүргізіледі, бұл материалдың ұшып кетуіне жол бермейді. Сонымен қатар, сұйықтық бөлшектердің микрожарықтарына еніп, үлкен капиллярлық қысым тудырады, бұл өз кезегінде ұсақталуға ықпал етеді.

Сұйықтық сондай-ақ ұнтақтаушы денелердің өзара үйкелісін де, ұсақталатын материал бөлшектерінің арасындағы үйкелісті де азайтады, бұл ұнтақтауды жеңілдетеді.



2.4-сурет – «Zemag-Zeitz» фирмасының үздіксіз әрекеттегі шарлы диірменінің сұлбасы

3 Диірменнің электр жетегі

3.1 Диірменнің жалпы қуатын есептеу

Казминералс жағдайындағы шарлы диірменнің паспорттық берілгендері:

Шарлардың материалы: болат

Мельницаның толу дәрежесі: $\varphi = 34\% = 0.34$

Диірмен барабанының ұзындығы: $L = 13.4\text{м}$

Диірмен барабанының диаметрі: $D = 8\text{м}$

Шарлардың көлемдік тығыздығы: $\gamma = 4.65\text{т/м}^3 = 45616.5\text{н/м}^3$

Диірменнің айналу жиілігі: $n = 11\text{ айн/мин}$

Шар диірмендерінде материал әртүрлі диаметрлі шарлармен соғудан және шарлар мен диірмен төсемі арасындағы қажалудандан ұсақталады.

Диірменнің өнімділігі, тұтынатын қуаты және басқа да жұмыс көрсеткіштері көбінесе шарлы жүктемеге байланысты, оны келесі формула бойынша анықтауға болады:

$$G = \varphi \frac{\pi D^2 \gamma L}{4}, \text{ н}, \quad (3.1)$$

$$G = 0.34 * \frac{3.14 * 8^2 * 45616.5 * 13.4}{4} = 10441317\text{н},$$

мұндағы φ - диірмен көлемін шарлармен толтыру дәрежесі, яғни шарлармен алынған көлемнің диірменнің ішкі көлеміне қатынасы;

D - диірмен барабанының ішкі диаметрі, м.

γ – шарлардың көлемдік салмағы, н/м^3 .

L – барабан ұзындығы, м.

Диірмендегі шарлардың қозғалыс сипаты барабанның айналу жылдамдығына байланысты. Төмен жылдамдықтарда шарлар барабанның айналу бағытына қарай $40-50^\circ$ бұрышқа дейін көтеріледі де, содан кейін параллель қабаттармен төмен қарай сырғып түседі. Мұндай режим каскадты деп аталады, және бұл жағдайда майдалау негізінен жаншу және үгіту арқылы жүзеге асады. Барабанның айналу жылдамдығы артқанда, шарлар барабан қабырғасынан ажырап, төмен қарай параболалық траекториямен қозғала бастайды. Бұл кезде майдалау негізінен соққы арқылы орындалады. Мұндай режим су құлау (водопадный) режимі деп аталады. Егер айналу жылдамдығын ары қарай арттырса, онда шарлар барабанмен бірге қозғалып, оның бетінен ажырамай айналатын жұмыс режимі пайда болуы мүмкін. Дробильдік ортаның сыртқы қабаты центрифугалдық айнала бастаған жылдамдықты критикалық жылдамдық деп атайды. Критикалық жылдамдық келесі формула бойынша анықталады:

$$\omega_k = \frac{\sqrt{g}\sqrt{2}}{\sqrt{D}} \approx \frac{\pi\sqrt{2}}{\sqrt{D}}, \quad (3.2)$$

$$\omega_k = \frac{\sqrt{9.81} * \sqrt{2}}{\sqrt{8}} = 1.56,$$

мұндағы $g = 9.81$ - ауырлық күшінің үдеуі, м/сек².

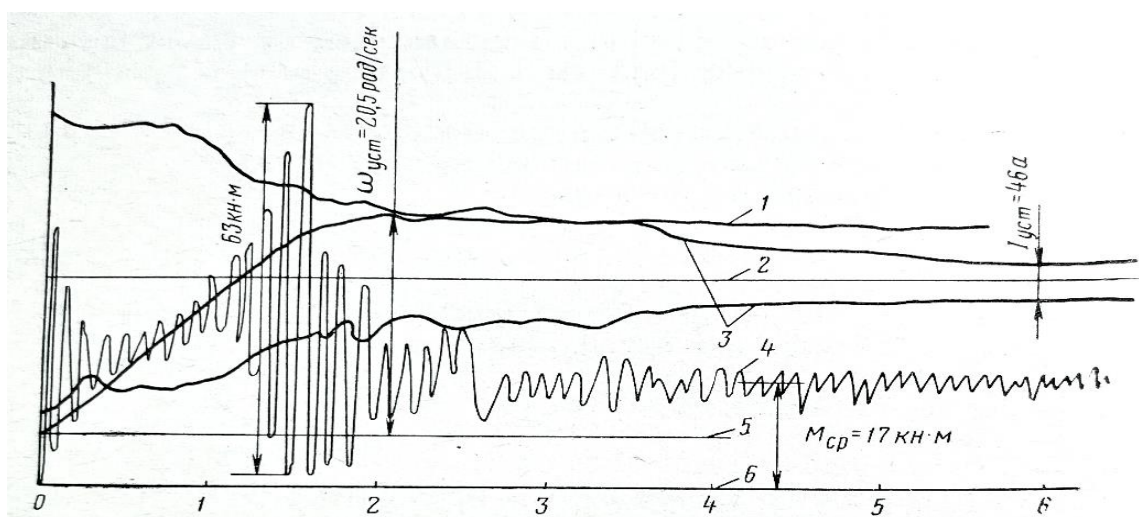
Диірменнің жұмыс істеу айналу жылдамдығы оның критикалық жылдамдығының үлесі ретінде анықталады. Диірмендер пайдаланылғанда, айналу жылдамдығы әдетте критикалық жылдамдықтың 0,7—0,85 бөлігіне тең етіп қабылданады.

$$\omega = \Psi \omega_k \quad (3.3)$$

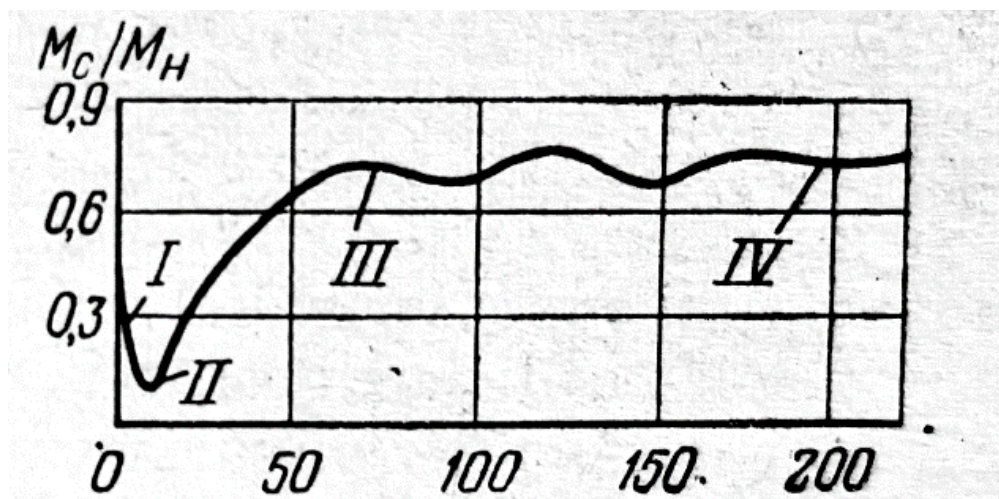
$$\omega = 0.75 * 1.56 = 1.17$$

Диірмендер ұзақ мерзімді, тұрақты режимде жұмыс істейтін машиналар санатына жатады және айтарлықтай артық жүктемелерге ұшырамайды. Мельницаның барабаны жұмыс барысында, әдетте, айналу жылдамдығы реттелмейді. Жетек ең үлкен жүктемелерге мельницаны іске қосу кезінде ұшырайды (сурет-3.1).

Суретте қуаты 600 кВт болатын электрқозғалтқышпен жабдықталған 3200 × 3110 шарлы мельницаның іске қосылу осциллограммасы көрсетілген. Іске қосу кезінде моменттің амплитудалық мәні 63 кН•м-ге дейін жетеді, содан кейін ол күрт төмендеп, орташа 17 кН•м мәніне дейін азаяды. Көріп тұрғанымыздай, іске қосу сәтінде кедергі моменті кең ауқымда өзгереді және барабанның бұрылу бұрышына байланысты болады.



3.1-сурет – Шарлы диірменнің іске қосылу осциллограммасы



3.2-сурет – Қарсылық моментінің диірменнің айналу бұрышына тәуелділігі

Шарлы мельницаның қозғалысқа келу моменті (сурет-3.2) көп жағдайда жетек қозғалтқышының номиналды моментінің жартысына тең және қалыпты шарлы жүктемесі бар мельницаның орныққан жұмыс режиміндегі статикалық кедергі моментінің 0,5–0,7 шамасында ауытқиды. Барабан айнала бастаған сәтте, үйкеліс коэффициентінің төмендеуіне байланысты кедергі моменті күрт азаяды. 6-1-суретте бұл режим қозғалтқыш қосылғаннан кейін 0,5 секундтан соң басталады және қозғалтқыштың номиналды моментінің 0,10—0,20 бөлігіне дейін төмендеуі мүмкін. Содан кейін, шарлы жүктеменің әсерінен кедергі моменті қайтадан өседі. Барабан 45–50°-қа бұрылғанда (6-2-суретті қараңыз), шарлар түсе бастағанда, момент іс жүзінде көп өзгермейді. Іске қосу кезінде ток 450 А-ге дейін өседі. Орныққан жұмыс режимінде ток 46 А-ден аспайды, бұл қозғалтқыштың номиналды тогының шамамен 50%-ын құрайды. Мельницаның толу коэффициенті 0,4 болған жағдайда, қозғалтқыштың подсинхронды жылдамдыққа дейін үдеуі шамамен 2 секундқа созылады. Мельницаның орныққан режимдегі айналу жылдамдығы — 2 рад/сек.

Мельницаларды жүргізу үшін синхронды қозғалтқыштар қолданылады. Мельницалар жетегіне қойылатын негізгі талаптар мыналар: – шарлы мельницалар жетегі үшін синхронды қозғалтқыштың бастапқы моменті қозғалтқыштың номиналды моментінің 1,2—1,3 бөлігін құрауы тиіс; – егер синхронды қозғалтқыштың номиналды моменті мен мельницаның орныққан статикалық моменті тең болса, онда қозғалтқыштың кіріс моменті номиналды мәннен кем болмауы керек; – сырғанау $s = 0,05$ кезінде момент екі типтегі мельницалар үшін де қозғалтқыштың номиналды моментінің кемінде 1,1–1,2 бөлігіне тең болуы тиіс.

Ең қарапайым және арзан шешім — асинхронды қозғалтқышпен жетектеу, алайда кеңінен таралғаны — синхронды қозғалтқышпен жетектеу. Бұл

синхронды қозғалтқыштың желіге реактивті қуат өндіру қабілетімен түсіндіріледі.

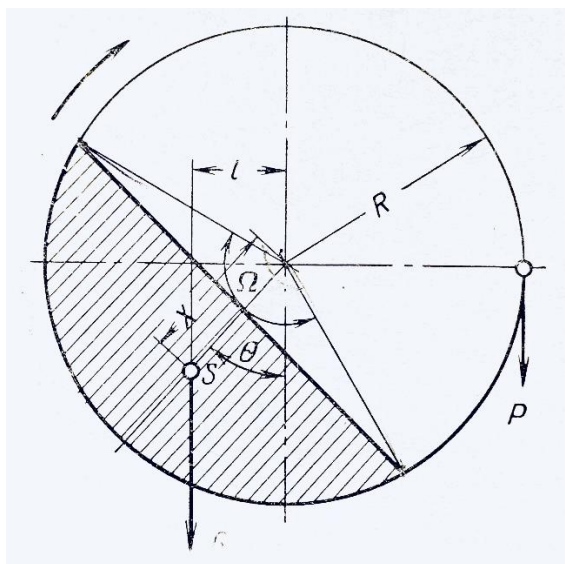
Қазіргі уақытта синхронды қозғалтқышты қоздыру тиристорлы құрылғылар арқылы жүзеге асырылады, бұл қозғалтқыштың реактивті қуатын және қуат коэффициентін белгілі бір деңгейде автоматты түрде ұстап тұруға мүмкіндік береді.

Болашағы бар шешім — щеткасыз жартылай өткізгіш қоздыру жүйесі. Бұл жүйені қолдану коммутациялық элементтерге байланысты пайдалануға кететін шығындарды азайтуға, жұмыстың сенімділігін арттыруға және қоздыру жүйесін қарапайым етуге мүмкіндік береді.

Шарлы немесе стерженьді мельницаны іске қосу үшін пайдалы деп аталатын қуат қажет. Бұл қуат электр желісінен тұтынылатын жалпы қуаттың 75–85% бөлігін құрайды. Қалған 15–25% қуат мойынтіректердегі зиянды кедергілерді және электрқозғалтқыштағы шығындарды өтеуге жұмсалады. Мельницалардың жетегі үшін қажетті қуатты анықтау үшін физикалық модельдеу және ұқсастық әдісі, сондай-ақ теориялық және эмпирикалық формулалар бойынша есептеу әдістері қолданылады.

Модельдеу әдісі өнеркәсіптік мельницалар жетегінің қуатын зерттелетін модельдің қуатының өзгеру сипатына қарай, олардың ұқсастығын ескере отырып анықтауға негізделген.

Модельдерде тәжірибе жүргізген зерттеушілер алынған сандық нәтижелерді теориялық тәуелділікке сүйене отырып жұмыс істеп тұрған мельницаларға экстраполяция арқылы қолдануға болады деп есептейді. Бұл тәуелділікке сәйкес қуат мельницаның көлемі мен оның диаметрінің квадрат түбірінің көбейтіндісіне пропорционал болады.



3.3-сурет – Шарлы диірменнің каскадтық жұмыс режимінің сұлбасы

Каскадтық жұмыс режимі шарлы диірмендердің құрғақ ұнтақтауында және орталық түсіріліммен жұмыс істейтін диірмендерде ылғалды ұнтақтау

кезінде қолданылады. Каскадтық режимде жұмыс істейтін шарлы диірменнің жүктемесі тұтас дене ретінде қарастырылады, оның ауырлық центрі S-нүктеде орналасқан (сурет-3.3). Шар жүктемесінің моменті:

$$M = Gl = \frac{\varphi \pi D^2 \gamma L l}{4}, \text{ Н * м} \quad (3.4)$$

Сызба бойынша

$$l = X \sin \theta, \text{ м}, \quad (3.5)$$

$$X = \frac{2 R^3 \sin\left(\frac{\Omega}{2}\right)^3}{F} \quad (3.6)$$

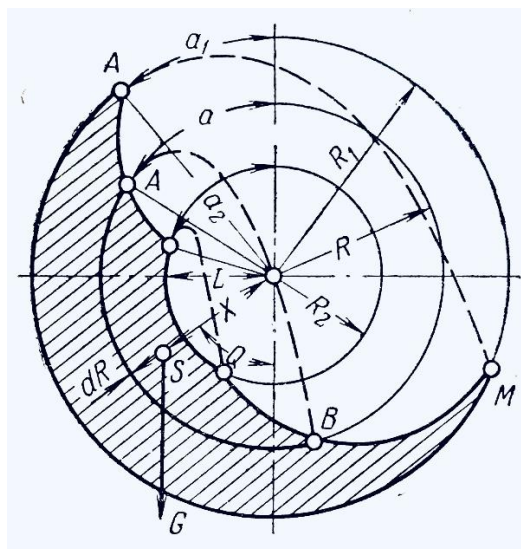
мұндағы F — сегменттің ауданы, м^2 .

Сонда теңдеуі келесідей түрленеді:

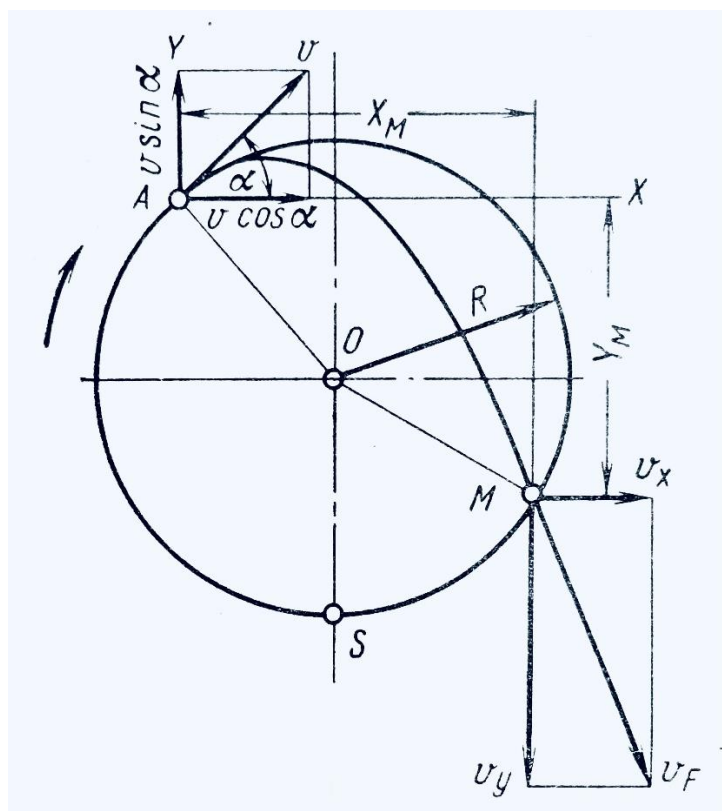
$$F = \varphi \pi R^2, \text{ м}^2. \quad (3.7)$$

$$M = \frac{D^3 \gamma L \sin\left(\frac{\Omega}{2}\right)^3 \sin \theta}{12} \quad (3.8)$$

$$M = \frac{8^3 * 45616.5 * 13.4 * \sin\left(\frac{122.4}{2}\right)^3 \sin 45}{12} = 2.2 * 10^7 \text{ Н * м}$$



3.4-сурет - Шарлы диірменнің водопадтық жұмыс режимінің сұлбасы



3.5-сурет - Шар қозғалысы кезіндегі жылдамдықтың таралу диаграммасы

Пайдалы қуат келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{\text{пай}} = 47 * 10^{-5} \frac{G\sqrt{D}}{\varphi} \Psi \sin \left(\frac{\Omega}{2} \right)^3 \sin \Theta, \text{ кВт}, \quad (3.9)$$

$$P_{\text{пай}} = 47 * 10^{-5} \frac{10441317\sqrt{8}}{0,34} * 0,75 \sin \left(\frac{122,4}{2} \right)^3 \sin 45, \text{ кВт},$$

$$P_{\text{пай}} = 14569,14 \text{ кВт}$$

Диірменді бос айналдыруға (шарлар мен кенсіз) қажетті қуат келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{\text{б.а.}} = 0.1 D L n, \text{ кВт}, \quad (3.10)$$

$$P_{\text{б.а.}} = 0.1 * 8 * 13.4 * 10.99, \text{ кВт},$$

$$P_{\text{б.а.}} = 117.81, \text{ кВт},$$

мұндағы n — диірменнің айналу жылдамдығы.

Жүктеменің салмағынан туындайтын цапфадағы үйкелісті жеңуге жұмсалатын қуатты есептеу үшін бізге келесі мәліметтер қажет болады:

- Барабан ұзындығы: $L = 13.4\text{м}$;
 - Барабан диаметрі: $D = 8\text{м}$;
 - Айналу жиілігі: $n = 11 \frac{\text{айн}}{\text{мин}}$;
 - Шарлармен толтыру пайызы: $\varphi = 34\% = 0.34$;
 - Рудамен толтыру пайызы: 25% ;
 - Болаттың тығыздығы: $\rho_{\text{шар}} = 7800 \text{ кг/м}^3$;
 - Мыс рудасының тығыздығы: $\rho_{\text{руда}} = 2800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;
 - Үйкеліс коэффициенті: $\mu = 0.02$
- Барабан көлемі:

$$V = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot L, \text{ м}^3, \quad (3.11)$$

$$V = 3.14 \cdot \left(\frac{8}{2}\right)^2 \cdot 13.4, \text{ м}^3,$$

$$V = 673.8 \text{ м}^3.$$

Барабандағы шарлар мен руда көлемі:

$$V_{\text{шар}} = V \cdot \varphi, \text{ м}^3, \quad (3.12)$$

$$V_{\text{шар}} = 673.8 * 0.34 = 229.1 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{руда}} = 673.8 * 0.25 = 168.45 \text{ м}^3.$$

Шарлар мен руда массалары:

$$m = \rho * V, \text{ кг}, \quad (3.13)$$

$$m_{\text{шар}} = 7800 * 229.1 = 1786980 \text{ кг},$$

$$m_{\text{руда}} = 2800 * 168.45 = 471660 \text{ кг},$$

$$m_{\text{жалпы}} = 1786980 + 471660 = 2258640 \text{ кг}.$$

Үйкеліс моментінің формуласы:

$$M_{\text{үй}} = \mu \cdot R \cdot G, \text{ н} * \text{м}, \quad (3.14)$$

$$M_{\text{үй}} = 0.02 * 4 * 2258640 * 9.81 = 1772744 \text{ н} * \text{м}$$

Үйкелісті жеңуге жұмсалатын қуат формуласы:

$$P_{\text{үй}} = M_{\text{үй}} * \omega, \text{ Вт}, \quad (3.15)$$

$$P_{\text{үй}} = 1772744 * 1.17 = 2074110 \text{ Вт},$$

$$P_{\text{үй}} = 2074 \text{ кВт}$$

Жалпы қуаттың формуласы келесідей:

$$P_{\text{ж}} = P_{\text{пай}} + P_{\text{б.а.}} + P_{\text{үй}}, \text{ МВт}, \quad (3.16)$$

$$P_{\text{ж}} = 14569,14 + 117,81 + 2074 = 16761 \text{ кВт},$$

$$P_{\text{ж}} = 16.761 \text{ МВт}.$$

Беру механизміндегі шығындарды ескере отырып, қозғалтқыш білігіндегі қуат:

$$P_{\text{к}} = \frac{P_{\text{ж}}}{\eta_{\text{м}}}, \text{ МВт}, \quad (3.17)$$

$$P_{\text{к}} = \frac{16.761}{0.8} = 20.95 \text{ МВт},$$

мұндағы $\eta_{\text{м}}$ – беру (тарту) механизмінің пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК).

3.2 Диірмен электр жетегі

Алдыңғы тараудағы есептеулер болыйна біз қозғалтқыш білігіндегі қажетті қуат $P_{\text{к}} = 20.95 \text{ МВт}$ екенің білеміз. Демек, бізге қажетті электр жетегінің қуаты осы мәннен жоғары болуы керек.

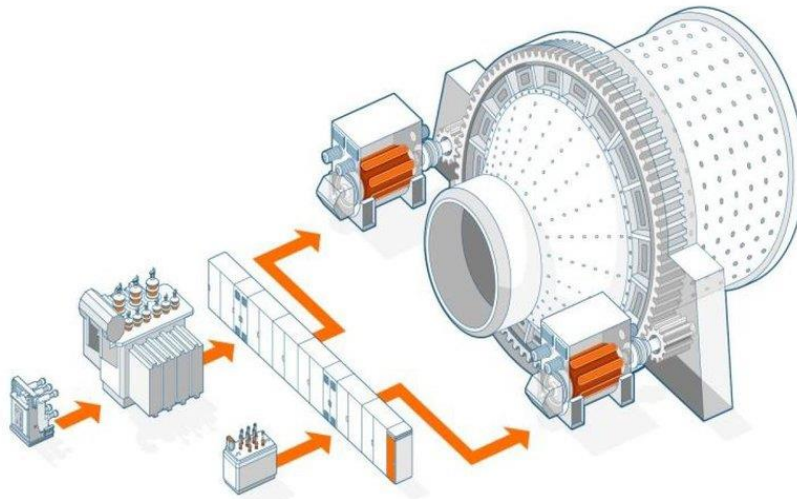
Біздің шарлы диірменіміз үшін ең тиімді нұсқа ол – АВВ ұсынған тісті беріліссіз диірмен жетегі (GMD). Бұл электр жетек келесі сипаттамаларға ие:

- Түрі: WAZ 1170/153/64
- Қуаты: 22 000 кВт / $\cos \varphi = 0.97$
- Номиналды кернеу: 5665 В
- Номиналды ток: 2365 А
- Ояту тогы / іске қосу кезінде: 496 АСД / 645 АСД
- Ояту кернеуі / іске қосу кезінде: 584 ВДС / 760 ВДС
- Іске қосу кезіндегі ең жоғарғы ток: 3548 А (сағатына 6 рет $\times$ 30 секунд)
- Айналу жиілігі диапазоны: 0...12.16 айн/мин

- Номиналды айналу жиілігі: 10.99 айн/мин
- Жай қозғалыс жылдамдығы (creep): 0.5 айн/мин
- Баяу жүргізу жылдамдығы (inching): 1 айн/мин
- Жиілік: 0...5.86 Гц (номиналды жылдамдықта)

Аталған электр қозғалтқыш — ауыр өндірістік жүктемелер жағдайында жұмыс істейтін шарлы диірменді жүргізуге арналған жоғары қуатты синхронды машина. Ол жиілікті реттейтін қорек жүйесімен жұмыс істейді, бұл диірменді бірқалыпты іске қосуға және айналу жылдамдығын технологиялық талаптарға сәйкес нақты басқаруға мүмкіндік береді. Қоздырғыш жүйенің қолданылуы мен қысқа мерзімді іске қосу жүктемелеріне төтеп беру қабілеті қозғалтқыштың жиі қосылып-өшуі кезінде де тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етеді, бұл байыту фабрикалары мен кен өндіру кәсіпорындары үшін аса маңызды.

Қозғалтқыштың құрылымы аз жылдамдықтағы режимдерде жұмыс істеуге бағытталған, бұл ұнтақтаушы жабдықтарға тән. Ол жылжымалы және дәл реттелетін іске қосу режимдерімен жабдықталған, бұл техникалық қызмет көрсету мен жұмыс процесін бақылауды жеңілдетеді. Айналу жиілігінің реттелуі әртүрлі технологиялық жағдайларға бейімделуге және жүйенің жалпы энергия үнемділігін арттыруға мүмкіндік береді. Жалпы алғанда, бұл электр жетегі тау-кен және металлургия өнеркәсібінің жоғары өнімділігі мен жауапкершілігі жоғары учаскелері үшін сенімді шешім болып табылады.



3.6-сурет – Диірменнің қосалқы электр жабдықтары

4 Электр қондырғыларын таңдау

4.1 Трансформатор таңдау

Бірінші кезекте біз трансформатор таңдауымыз керек.

Электр жетек мәліметтері

1) $P_{\text{ном}} = 22 \text{ МВт}$

2) $\cos \varphi = 0.97$

Алдымен қозғалтқышты қуаттандыру үшін қажетті трансформатордың толық қуатын анықтауымыз керек. Толық қуат формуласы:

$$S = \frac{P_{\text{ном}}}{\cos \varphi}, \text{ МВА}, \quad (4.1)$$

$$S = \frac{22}{0.97} = 22.68 \text{ МВА}$$

Әдетте трансформатор бастапқы токтарды, жүктеме ауытқуларын және ықтимал кеңеюді жабу үшін 10-20% қормен таңдалады:

$$S_{\text{тр}} > S \cdot K_3 \quad (4.2)$$

$$S_{\text{тр}} > 22.68 \cdot 1.2$$

$$S_{\text{тр}} > 27.22 \text{ МВА}$$

Есептелген мән бойынша трансформатордың номиналды қуатының ең жақын стандартты мәні таңдалады.

Берілген сұлбада 22 МВт қуаттылығындағы бір электржетекті қоректендіру үшін үш трансформатор қолданылады, бұл бірқатар техникалық себептерге байланысты. Ең алдымен, бұл 12 импульсті циклоконвертердің қолданылуымен түсіндіріледі, себебі мұндай түрлендіргіштің тұрақты жұмыс істеуі үшін фазасы ығыстырылған үш тәуелсіз трансформаторлық тізбектен қорек қажет – бұл жүйедегі жоғары реттік гармоникаларды азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, үш трансформаторды қолдану жүйенің сенімділігін арттырады: олардың біреуі істен шыққан жағдайда да электржетекті толық тоқтатпай, бөлігін ғана тоқтатып қызмет көрсетуге болады. Жүктемені үш трансформатор арасында бөлу арқылы жылу мен электрлік шығындарды азайтып, кабельдік желілердің құрылымын жеңілдетуге және салқындату жүйесін оңтайландыруға болады. Бұл шешім сондай-ақ бір үлкен трансформаторға қарағанда құрылғыны тасымалдау мен орнату жұмыстарын жеңілдетеді. Нәтижесінде, ауыр және үздіксіз өндіріс жағдайларында

электржетектің тиімділігі, тұрақтылығы және жөндеу мүмкіндігі жоғары болады.

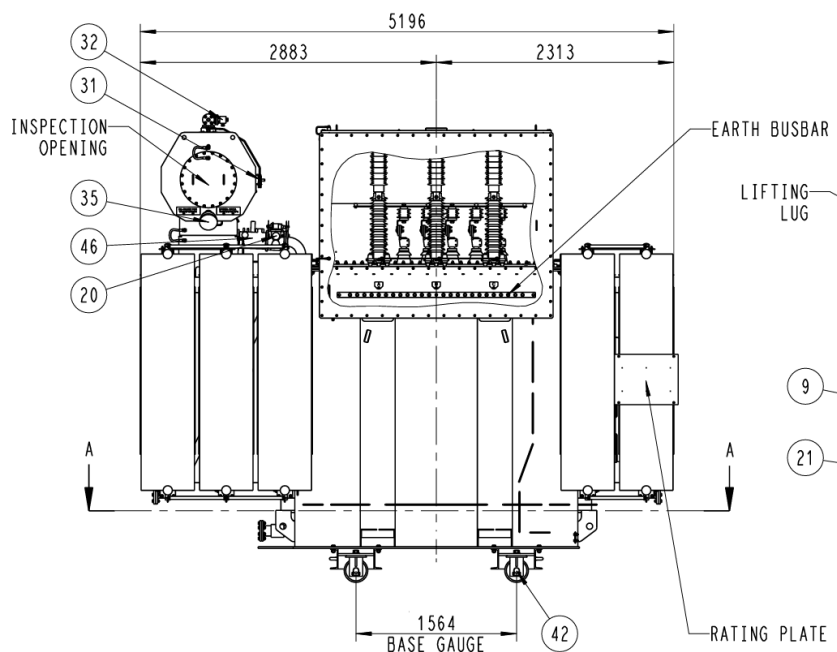
Біздің жағдайда қуаты 13.1 МВА құрайтын 3 трансформатор орнатылған.

Трансформатордың сипаттамалары келесідей:

- Түрі: маймен толтырылған, үш фазалы
- Қуаты: $S_{тр} = 13\,100$ кВА (немесе 2×6550 кВА)
- Біріншілік кернеу: $U_1 = 35$ кВ
- Екіншілік кернеу: $U_2 = 2 \times 1945$ В
- Орамалар қосу тобы: Dd0y1
- Кернеуді реттеу: $\pm 2,5\%$ / $\pm 5\%$
- Қысқа тұйықталу кернеуі: $U_{\Sigma} = 15,9\%$

$$3 * S_{тр} > S \quad (4.3)$$

$$39.3\text{MBA} > 27,22\text{MBA}$$



4.1-сурет - Статор трансформаторы

Қоздыру трансформаторын таңдау.

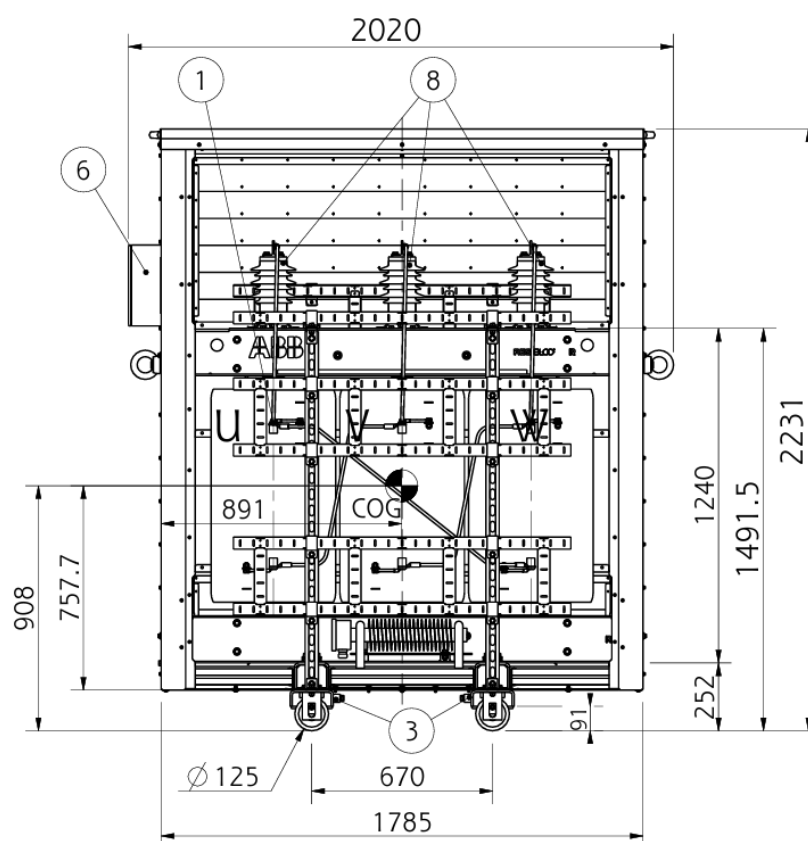
Синхронды қозғалтқыштың қоздыру жүйесін сенімді кернеумен қамтамасыз ету үшін қуаты 800/650 кВА болатын құрғақ типтегі үш фазалы қоздыру трансформаторы таңдалды. Бұл трансформатор қоздыру түрлендіргішінің жұмыс режиміне сай айнымалы токты қажетті кернеу деңгейіне дейін түрлендіру қызметін атқарады.

Техникалық сипаттамалар:

- Саны: 1 дана
- Түрі: құрғақ типті (dry type), үш фазалы
- Номиналды қуаты: 800/650 кВА

- Біріншілік кернеуі: 6 кВ
- Екіншілік кернеуі: 950 В / 790 В
- Орама қосу тобы: Dy5
- Кернеуді реттеу диапазоны: $\pm 2.5\%$, $\pm 5\%$
- Қысқа тұйықталу кернеуі: 4 %

Аталған трансформатордың құрғақ типті болуы оны ішкі электржайларда қауіпсіз орнатуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кернеуді дәл реттеу мен салыстырмалы түрде төмен қысқа тұйықталу кернеуі жүйенің тұрақты және сенімді жұмысын қамтамасыз етеді. Бұл трансформатор қоздыру тізбегінің сапалы жұмыс істеуіне қажетті барлық талаптарға сай келеді.



4.2-сурет - Қоздыру тізбегінің қуат трансформаторы

Синхрондау трансформаторын таңдау.

Синхронды қозғалтқышты жүйеге қосу және параллель жұмысын үйлестіру үшін синхрондау трансформаторы қолданылады. Бұл трансформатор генераторлық кернеу мен сыртқы желідегі кернеуді салыстырып, олардың фазалық сәйкестігін қамтамасыз етеді. Оның көмегімен синхрондау процесі дәл әрі сенімді орындалады.

Техникалық сипаттамалар:

- Саны: 1 дана
- Түрі: үш фазалы
- Номиналды қуаты: 30 ВА

- Біріншілік кернеуі: 35 кВ / $\sqrt{3}$, үш фазалы
- Екіншілік кернеуі: 100 В / $\sqrt{3}$, үш фазалы
- Орама қосу тобы: Y_{un0}
- Тоқтылық класы: 0.5
- Жиілігі: 50 Гц

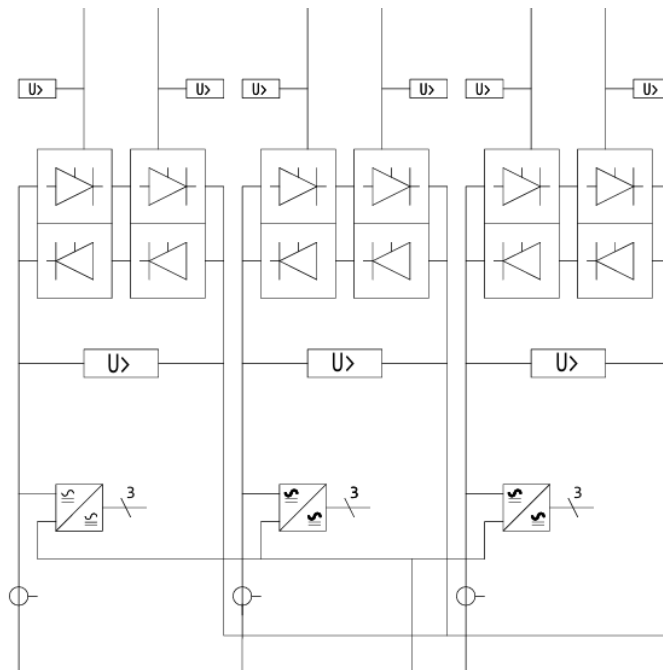
Бұл трансформатордың төмен қуатты болуы оның тек өлшеу және бақылау мақсатында қолданылатынын көрсетеді. Жоғары дәлдік класы (0.5) синхрондау кезінде кернеу мен фазалық ауытқуларды нақты анықтауға мүмкіндік береді. Осылайша, синхрондау трансформаторы бүкіл жүйенің тұрақты жұмыс істеуінің маңызды буыны болып табылады.

4.2 Циклоконвертер таңдау

Шарлы диірменнің синхронды қозғалтқышын тиімді басқару үшін “VERITHYR WX M 12 pulse” маркалы 12 импульсті циклоконвертер тандалды. Бұл құрылғы төмен жиіліктегі, жоғары қуатты реттелетін электр жетегін жүзеге асыруға арналған және оның басты артықшылығы – қозғалтқыш жылдамдығын кең диапозонда дәл және бірқалыпты реттеу мүмкіндігі. Циклоконвертердің сипаттамалары келесідей:

- Кіріс фазалары: 6×3 -фазалы
- Кіріс кернеуі (фаза бойынша): 6×1945 В
- Кіріс тогы (rms): 2033 А
- Кіріс жиілігі: 50 Гц
- Кіріс толық қуаты: 6×6849 кВА
- Шығыс фазалары: 3-фазалы
- Шығыс кернеуі: 0...5665 В
- Шығыс тогы (rms): 2365 А
- Шығыс жиілігі: 0...5.86...6.49 Гц
- Шығыс толық қуаты: 23 206 кВА
- Жұмыс істеу ортасының макс. температурасы: 40 °С
- Су салқындату жүйесінің макс. температурасы: 30 °С

Аталған циклоконвертер синхронды қозғалтқышты төмен жылдамдықта басқаруға және жұмыс процесінде қозғалтқышқа бірқалыпты жүктеме беруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ол жиілікті дәл реттеу арқылы технологиялық процестің икемділігі мен жалпы жүйенің сенімділігін арттырады. Бұл түрлендіргіш күрделі және ауыр өндірістік жағдайларға бейімделген жоғары классты басқару құрылғысы болып саналады.



4.3-сурет – Циклоконвертердің схемадағы көрінісі

4.3 Қосалқы электр қондырғылар

Қоздырғыш түрлендіргішті таңдау

Синхронды қозғалтқыштың тұрақты және тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін DCS800-S01-1900 маркалы қоздырғыш (excitation) түрлендіргіші қолданылады. Бұл түрлендіргіш айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіріп, қозғалтқыштың қоздыру орамасына берілуін қамтамасыз етеді. Түрлендіргіш жоғары токтар мен кернеулерде жұмыс істеуге қабілетті, сондай-ақ нақты басқару мен сенімділікті қамтамасыз етеді.

Түрлендіргіштің техникалық сипаттамалары:

- Кіріс кернеуі (AC): 800 В
- Шығыс кернеуі (DC): 915 В
- Кіріс тогы (AC): 1550 А
- Шығыс тогы (DC): 1900 А

Жұмыс режиміндегі параметрлер:

- Кіріс кернеуі (AC): 790 В
- Шығыс кернеуі (DC): 0...584...760 В
- Кіріс тогы (AC): 405 А / 530 А
- Шығыс тогы (DC): 496 А / 645 А

Салқындату желдеткіші:

- Қуаты: 1340 Вт
- Тоғы: 2 А
- Кернеуі: 380 В, 3 фазалы, 50 Гц

Аталған түрлендіргіш жоғары жүктеме кезінде қоздыру тогын дәл

басқаруға мүмкіндік береді, бұл синхронды қозғалтқыштың тұрақты жұмысын және тиімді басқарылуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, желдеткіш жүйесі арқылы жылу таралуы тиімді жүзеге асырылады.

Көмекші кернеулер жүйесі.

Жүйенің тұрақты және қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету мақсатында негізгі жабдықтардан бөлек, әртүрлі көмекші кернеу көздері қолданылады. Бұл кернеу көздері басқару, бақылау және апаттық жағдайда қоректендіру үшін арнайы арналған.

Көмекші кернеулердің сипаттамасы:

- MCC қорек көзі: 3×380 В, 50 Гц — негізгі үш фазалы қоректендіру көзі
- UPS (үздіксіз қорек көзі): 220 В АС, 50 Гц, 1 фазалы — апаттық жағдайда үздіксіз қоректендіру үшін
- Басқару кернеуі (айнымалы ток): 240 В АС, 50 Гц, 1 фазалы — релелік және автоматты басқару тізбектері үшін
- Басқару кернеуі (тұрақты ток): 24 В DC — датчиктер мен логикалық басқару жүйелері үшін

Бұл кернеу деңгейлері халықаралық стандарттарға сәйкес таңдалып, әртүрлі функционалды блоктардың бір-бірінен тәуелсіз және сенімді жұмысын қамтамасыз етеді. Әсіресе, UPS көзі апаттық жағдайларда маңызды жүйелердің тоқтап қалуын болдырмауға мүмкіндік береді.

Электрқозғалтқыштың қосымша жабдықтары.

Электрқозғалтқыштың сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету мақсатында оған бірқатар қосымша құрылғылар орнатылған. Бұл жабдықтар қозғалтқышты қызып кетуден, ылғалдан және су ағып кетуден қорғап, сонымен қатар оның жұмыс жағдайын бақылауға мүмкіндік береді.

Негізгі жабдықтар тізімі:

- Жылыту элементтері (Space heater): 4 дана, әрқайсысы 4.5 кВт, 380 В, 3 фазалы, 50 Гц жиілікпен жұмыс істейді (жалпы ток күші – 6.8 А).
- Ауа саңылауының зондтары (Air gap probes): 12 дана, сыйымдылықты (capacitive) түрі.
- Температура датчиктері Pt100: барлығы 24 дана, оның ішінде:
 - 8 дана статор орамасына,
 - 8 дана рамалық бөлікке,
 - 8 дана өзекшеге (core),
- Сонымен қатар: 2 жылы ауа сол жағында, 2 жылы ауа оң жағында, 2 су кірісі, 2 су шығысы, 2 салқын ауа сол жақта, 2 салқын ауа оң жақта.
- Су ағымын өлшегіштер (Waterflow meter): 2 дана
- Су ағуын анықтайтын қосқыштар (Water leakage switch): 4 дана
- Ылғалдылық датчиктері (Humidity detector): 4 дана
- Қозғалтқыштың желдеткіштері (Motor fan): 12 дана, әрқайсысы 380 В, 3 фазалы, 50 Гц жиілікпен жұмыс істейді, қуаты 7.5 кВт
- Қосымша желдеткіштер (Make-up fan): 4 дана, әрқайсысы 380 В, 3 фазалы, 50 Гц, қуаты 2.2 кВт

Аталған құрылғылар қозғалтқыштың ұзақ әрі қауіпсіз жұмыс істеуін

қамтамасыз етеді. Олар температураны, ылғалдылықты, су айналымын және ауа алмасуды бақылап, ақаулардың алдын алуға мүмкіндік береді. Бұл қосымша жабдықтар, әсіресе, ірі өндірістік объектілерде, жоғары қуатты жетектерді қолданғанда аса маңызды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс барысында байыту фабрикасын электр энергиясымен жабдықтау жүйесі қазіргі заманғы сенімділік, қауіпсіздік және энергия үнемділігі талаптарына сәйкес кешенді техникалық тұрғыдан зерттелді. Негізгі назар орнатылған қуаты 22 МВт болатын шарлы диірмендер сияқты ірі қуатты тұтынушыларды электрмен жабдықтау жүйесіне аударылды, бұл сәйкес электр жабдықтары мен қосылу сұлбаларын таңдауды айқындады.

Жұмыста кәсіпорынның есептік активті және толық қуаттары есептеліп, сыртқы электрмен жабдықтау кернеуінің таңдалуы негізделді, 110/35 кВ, 150 МВА қуаттылықтағы трансформаторлар және 35/6,3 кВ трансформаторлары таратушы шиналарды қоректендіру үшін таңдалды. Жүктемелер мен «секцияланған сақина» түріндегі электрмен жабдықтау сұлбасының талдауына сүйене отырып, үш күштік трансформаторы бар конфигурация таңдалды, бұл қуат резервтеуін және апаттық жағдайда жүйенің тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді. Диірмендердің электр жетегі үшін жиілікті реттейтін және күшті асинхронды қозғалтқыштарды редукторсыз іске қосатын циклоконвертер жүйелері қарастырылды. Бұл шешім іске қосу токтарын азайтуға, механикалық жүктемелерді төмендетуге және жетектің сенімділігін арттыруға мүмкіндік берді.

Ұсынылған техникалық шешімдер ПУЭ, СНиП және өнеркәсіптік автоматика стандарттарына толық сәйкес келеді. Сонымен қатар, әзірленген сұлбалар болашақта қуатты ұлғайту мен автоматты басқару және диагностика жүйелерін біріктіру мүмкіндігін ескереді.

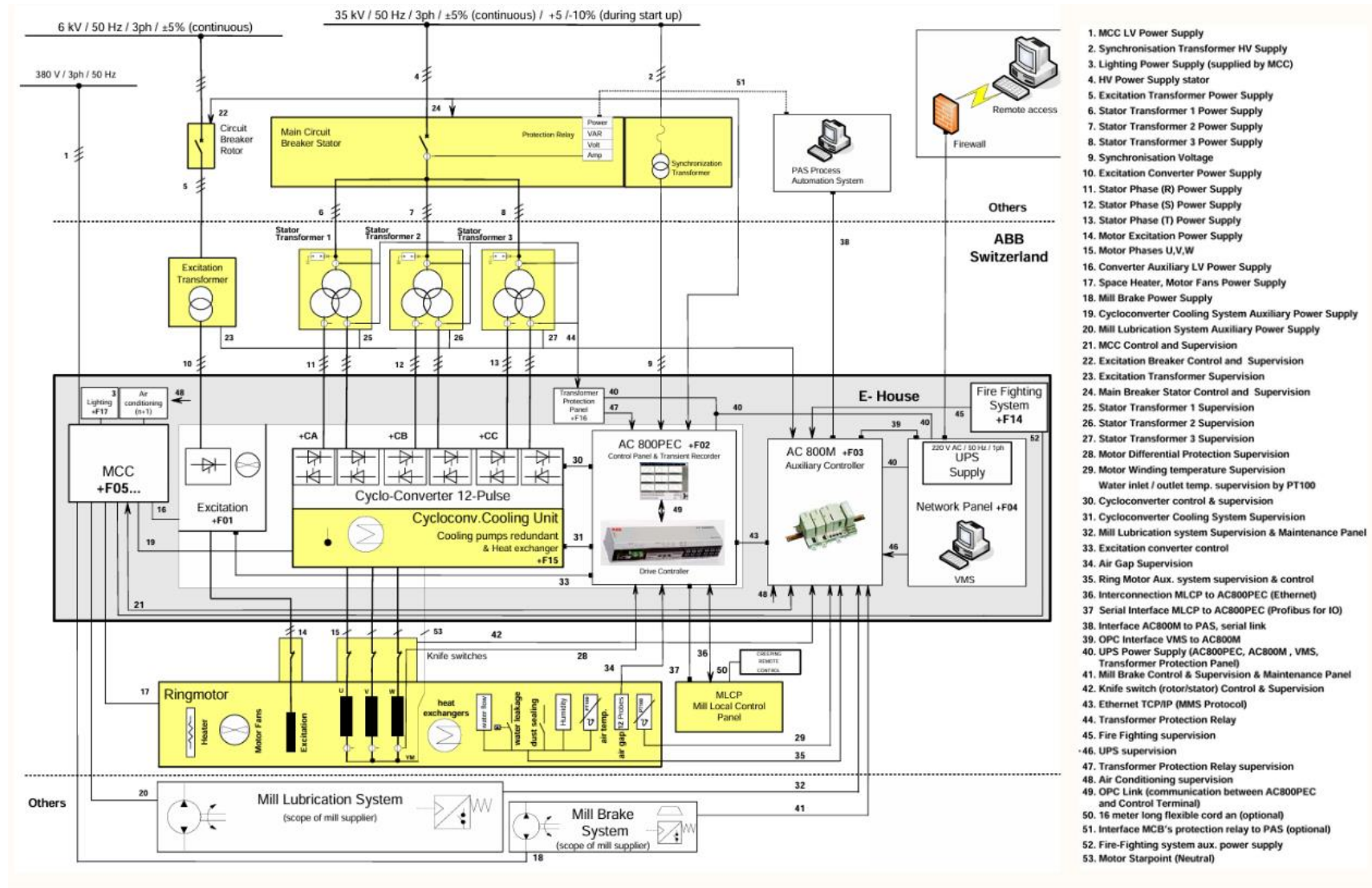
Осылайша, атқарылған жұмыс таңдалған шешімдердің техникалық іске асырылу мүмкіндігін ғана емес, сонымен қатар ірі өндірістік нысандардың энергетикалық инфрақұрылымын жобалаудағы жүйелі тәсілдің маңыздылығын көрсетеді.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е издание. — М.: Энергосервис, 2005.
- 2 Дорофеев В.Н., Сидоров В.П. «Проектирование систем электроснабжения промышленных предприятий». — М.: Энергоатомиздат, 2011.
- 3 Ильин Ю.Е. «Расчет электрических нагрузок и выбор оборудования». — М.: Энергия, 2013.
- 4 Колесников В.И. «Электроснабжение промышленных предприятий». — СПб.: Лань, 2018.
- 5 Кулагин Б.П. «Электропривод промышленных установок». — М.: Высшая школа, 2014.
- 6 Справочник энергетика. Под ред. Г.А. Мызина. — М.: Энергоатомиздат, 2006.
- 7 Сулейменов Б.А., Мусабеков К.К. «Электрмен жабдықтау жүйелері». — Алматы: КазҰТЗУ, 2015.
- 8 Акимбаев Е.Р., Садуакасова А.М. «Электр станциялары мен қосалқы станциялар». — Алматы, 2020.
- 9 Пастухов В.Н. «Электрические машины и трансформаторы». — М.: Академия, 2017.
- 10 Қуат, ток және кернеу есептеу әдістері бойынша оқу құралдары (методички) — КазНТУ, Алматы, 2019.
- 11 Методические указания по расчету нагрузок, выбору трансформаторов и ВЛЭП — кафедра ЭЭК, КазНТУ, 2022.
- 12 Бабичев А.П., Титов С.В. «Электроснабжение промышленных предприятий и объектов инфраструктуры». — М.: Форум, 2019.
- 13 Маслов А.И. «Промышленный электропривод. Теория и практика». — М.: Энергия, 2021.
- 14 Власов В.Г., Шахназаров А.А. «Электроснабжение. Учебник для вузов». — М.: Академия, 2018.
- 15 Куанышев С.А., Баймагамбетов Ж.Т. «Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электржабдықтау жүйелері». — Нұр-Сұлтан: ЕҰУ баспасы, 2021.
- 16 СТ КазНТУ – 09 – 2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. КазНТУ, 2023.

Қосымша А

ABB GMD жетегінің құрылымдық схемасы



Қосымша Б

Шар диірменінің электр жетегінің бір сызықты схемасы

