ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық жүйелер және желілер кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к. профессор Байкенов А.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ «_____» _____ 20___ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Аса жоғары жиіліктің қатты отынға жерін зерттеу

5В071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация **мамандығы бойынша**

Орындаған Әмір Ақмарал РЭТ(МТС)с-14-4
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші аға оқытушы Темірханов Д.О.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «25» 05 20 18 ж.
(қолы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :
Э.Ғ.К. профессор Базылов К.Б.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «10» 05 20 18 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
аға оқытушы Бегімбетова А.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «10» мамыр 20 18 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
аға оқытушы Темірханов Д.О
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «25» 05 2018. ж.

Мөлшер бақылаушы :
ТКЖЖ кафедрасының (аға) оқытушы Темірханова Э.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «30» 05 20 18 ж.
(қолы)

Пікір жазушы :

_____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «_____» _____ 20____ ж.
(қолы)

Алматы 2018

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Ғарыштық инженерия және телекоммуникациялар институты (ҒИТКИ)
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Телекоммуникациялық жүйелер және желілер кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Әмір Ақмарал
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Аса жоғары жиіліктің қатты отынға жерін зерттеу

ректордың «___» _____№____ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі: «25» мамыр 2018 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

a = 23 мм, толқын бағыттаушы арнасының ұзындығы;
b = 10 мм, толқын бағыттаушы арнасының биіктігі;
S = 1 мм, толқын бағыттаушы қабырғасының қалыңдығы;
$\lambda_{кр} = 4{,}61 \cdot 10^{-2}$ м, H_{10} толқынының толқын ұзындығы;
$v_ф = 3{,}02 \cdot 10^8$ м/с, H_{10} толқынының фазалық жылдамдығы;
$v_{гр} = 2{,}98 \cdot 10^8$ м/с, H_{10} толқынының топтық жылдамдығы;
$\beta = 100{,}1$ м$^{-1}$, толқынның таралу коэффициенті;
$Z_0 = 275{,}7$ Ом, H_{10} толқынының сипаттамалық кедергісі;

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Кіріспе
1. Аса жоғары жиіліктің қаміре жерін анықтау
2. Зиянды қалдықтарды азайту мақсатында аса жоғары жиіліктің тиімділігін зерттеу
3. Электромагнитті өрістің сипаттамаларын есептеу
4. Өмір тіршілік қауіпсіздігі
5. Бизнес жоспар
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Көпрезонаторлы магнетронның құрылымдық сұлбасы
Қалыпты құрғату үшін арналған өндірістік құрылғы
Uгр, Uф тоғының, фазалық жылдамдықтарының 1 толқын ұзындығына тәуелділік сұлбасы
Толқынның өшулік коэффициентінің жиілікке тәуелділік сұлбасы
Mathcad бағдарламасындағы толқын көрсеткіштерінің есептеуі
Бизнес жоспар нәтижесінің кестесі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Яюшнер Г. Нагрев энергией сверхвысоких частот. – М.: "Энергия", 1968, 312с.
2. Саламатов В.В., Сладков С.О., Ященко С.Э., Саламатова В.В. Применение СВЧ в угольной теплоэнергетике. – Новосибирск., 2012, 75с.
3. Хофман Е. Энерготехнологическое использование угля. – М.: Энергоатомиздат. – 1983. – С. 328.
4. Коновалов Н.Я., Коновалов Я.Н. Хайдурова А.А. Микроволновое излучение в технологии сушки угля. – Иркутск. – 2015. – 74-79с.
5. http://venec.ulstu.ru/lib/2002/1/SVCH.pdf
6. https://www.bestreferat.ru/referat-168386.html

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Вавилов К.	10.05.18	
БЖД	Кенжибеева Н.С.	10.05.18	
негізгі бөлім	Темірханов Ф.О.	18.10.17-25.05.18	
Есептеу техникасы	Темірханов Ф.О.	29.05.18	
мәшінер бақылау	Темірханова Э.К.	29.05-30.05.18	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Кіріспе	24.10.2017	орындалды
2	Аса жоғары жиілікпен сәулелендірудің артықшылықтары	7.11.17	орындалды
3	Көмірдің сипаттамаларын анықтау, зиянды қалдықтарын қарастыру	30.11.17	орындалды
4	Микротолқынды қыздыру кезіндегі көмірде болатын процесстерді зерттеу	27.12.17	орындалды
5	Байланыс жүйесінде таралатын электромагнитті толқындар	29.01.18	орындалды
6	Е және Н-типті толқындарының теңдеулер жүйесі	22.02.18	орындалды
7	Электромагнитті өрістің негізгі көрсеткіштерін есептеу	26.03.18	орындалды
8	Аса жоғары жиілікті шығарушы құрылғыларды зерттеу	19.04.18	орындалды
9	Өмір тіршілік қауіпсіздігі	25.04.18	орындалды
10	Бизнес жоспар	10.05.18	орындалды
11	Қорытынды	14.05.18	орындалуда

Тапсырманың берілген уақыты «18» қазан 2017 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к. профессор Байсенов А.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ Темірханов Ф.О.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Әмір Ақмарал
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жобаның тақырыбы: аса жоғары жиіліктің қатты отынға әсерін зерттеу. Бұл жобада аса жоғары жиілікті сәулелендіргенде көмірде болатын өзгерістер мен процесстер қарастырылып, талдау нәтижелері стандартты мәндермен салыстырылып, жобаның тиімділігі дәлденген. Зерттеу барысында қолданылатын электромагнитті толқындардың сипаттамаларына есептеулер жүргізілген.

Экономикалық бөлімде эксплуатациялық шығыны мен инвестицияның өзін-өзі ақтау мерзімі анықталған.

Ал қауіпсіздік негіздері бойынша көмірді жаққанда бөлінетін зиянды қалдықтар мөлшері есептелген.

Аннотация

Тема дипломного проекта: исследование высокочастотных воздействий на твердое топливо. В этом проекте рассматриваются изменения и процессы в угле при высокочастотном облучении, затем преимущества анализа были сравнины выводы со стандартными значениями и было доказано эффективность проекта. Сделаны расчеты характеристик электромагнитных волн, используемых в ходе проекта.

В экономическом разделе были определены эксплуатационные расходы и срок инвестиционного самооправдания. И по безопасности жизнедеятельности было подсчитано количество вредных выбросов после сжигания угля.

Abstract

The diploma project is about the investigation of high-frequency impacts on solid fuel. In this project, changes and processes in coal under high-frequency irradiation are considered, and the advantages of the analysis are proved. Calculations of the characteristics of electromagnetic waves used during the project are made.

In the economic section, operational costs and the term of investment self-justification were determined. At the same time, the fundamentals of life safety were examined.

Мазмұны

Кіріспе 7
1 Теориялық бөлім 9
1.1 Аса жоғары жиілікпен қыздыру 9
1.2 Көмір және оны жаққанда бөлінетін зиянды заттар 14
1.3 АЖЖ сәулеленудің көмірге әсері 21
1.4 Зиянды қалдықтарды азайту мақсатында АЖЖ қолдану 26
2 Есептеу бөлімі 30
2.1 Байланыс желісінде таралатын электромагнитті толқындар 32
2.2 Е және Н – толқындарының теңдеулер жүйесі 33
2.3 Электромагнитті өрістің сипаттамаларын есептеу 38
3 Өмір тіршілік қауіпсіздігі 47
3.1 Еңбек жағдайын талдау 47
3.2 Қатты отындардан шығатын шығынды есептеу 50
3.3 Газды қоспаларда шығатын зиянды заттардың концентрациясы 53
4 Экономикалық бөлім 56
4.1 Жылдық эксплуатациялық шығынды есептеу 57
4.2 Экономикалық тиімділіктің көрсеткіштерін есептеу 59
4.3 Инвестициялық жобалардың уақытын есептеу 61
Қорытынды 65
Әдебиеттер тізімі 66

Кіріспе

Бүгінгі таңда электр қуатына деген сұраныс оны экологиялық және экономикалық тұрғыда тиімді өндіруді талап етеді. Әдетте, аталмыш қуат көзін өндіру үшін жылу электр сатанцияларын пайдаланса, ал ондағы негізгі энергия көзі көмір болып саналады. Демек, біздерге барынша тиімді, арзан және экологиялық таза отын түрін пайдалану заман талабы болып отыр. Ал еліміздегі арзан отын Екібастұзда өндірілетін күлділігі 40% пайыздан жоғары, 80% пайызы төменгі сұрыпты көмір болғандықтан ЖЭС-тар соны қолдануға мәжбүр болып отыр. Осы аталған бассейннен күлділігі жоғары көмірді алу технологиясы, оны алудың және оны алдын ала байытусыз қолданудың нәтижесінде табиғи ортаның антропогендік жүктемесі айтарлықтай ауырлады.

Екібастұз көмір қоры ғалымдардың пайымдауынша бірнеше жүз жылдыққа жетеді деп жобаланып отыр, сонымен қатар ашық әдіспен жерден қазып алынатындықтан еліміздің арзан отындарынан қатарынан орын алған. Бір жағынан, бұл отында күкірт пен азот концентрациясы айтарлықтай аз (1% көп емес), екенін ескеруге болады.Сондықтан да сұранысты көп талап етуде. Дегенмен, Қазақстан көмірі әрекеттескіш қабілеті өте жақсы көрсеткішке ие энергетикалық отын болғанымен көп мөлшерде қалдық бөлуімен ерекшеленіп тұр.

Көптеген Қазақстан ЖЭС орталықтары сапасы төмен Екібастұз көмірімен жұмыс істейді. Екібастұз көмірі бастапқыда айтылғандай ашық әдіспен өндіріледі. Мұндай әдісті пайдаланып отынды алдын ала байыту жүзеге асыратындықтан қоршаған ортаға, халыққа зиянды қалдықтардың саны күн санап артуда. Сондықтан бұл мәселені ғылыми тұрғыда қайта қарастырып, ғылым, білімнің дамыған заманына сай жаңа әдіс түрін ұсынамыз. Яғни, қажеттіліктерді қанағаттандыратын, барынша тиімді, таза отын ды алу үшін аса жоғары жиілікті сәулеленуді көмір өндіруге қолдану.

Бұл жобада болашақта маңызды рөлді атқаратын жоғары жиілікті қыздырудың даму жолдары қарастырылады. Осы уақытқа дейін жоғары жиілікті қыздыру қондырғылары 50 МГц-тен төмен жиілікте жұмыс жасады. Ал қазір дециметрлік және сантиметрлік диапазондағы мықты генераторлар жасалғаннан бері өндірісте, саудада, сонымен қатар, медицинада қолдану үшін жоғары жиілікті қыздыру қондырғылары мен оларды өңдеу әдістеріне түрлі жағдайлар пайда болды. Қарапайым жиіліктегі жоғары жиілікті қыздыру үшін арналған құрылғылардың құрылымымен айналысатын ғалымдар жаңа диапазонға ауысу кезінде белгісіз элементерге кезікті. Қысқа толқындағы жоғары жиілікті сұлбалар мүлдем бөлек формаларға ие болды, мысалы коаксиальды қосқыштар, толқынды бағытаушы, өлшемді резонаторлар және т.б. Ал генераторлар ретінде үздіксіз генерациялау кезіндегі магнетрондар мен коаксиальды құрылымды шамдар қолданылады. Сонымен қатар, осы шамдардың сипаттамасы мен жұмыс істеу режимдері, АЖЖ құрылғыларды жобалау және оларды өлшеу мен өндірісте қолдану әдістері қарастырылатын болады.

Ғылыми жұмыстарды талдау барысында материалдарға әсер ететін электр разрядтарының көпшілігі аса жоғары жиілікті (АЖЖ) сәулеленуге жататын байқауға болады. Әсіресе, АЖЖ өрістің көмір энергетикасындағы алатын орын аса зор, яғни АЖЖ разрядтарының көмірді құрғатуға, оны ұсақтауға және экологиялық зиянды заттардың мөлшерін азайта отырып өртеу сияқты процесстерге әсері ең басты маңызды мәселелер болып табылады.

Басқа әдістермен салыстырғанда АЖЖ-пен сәулелендіру төмендегідей артықшылықтарды қамтиды:

- АЖЖ әсері – бұл ең тиімді әсерлесу;
- АЖЖ энергиясын жұту көмір қыздырудың түрлі режимдерін жасауға мүмкіндік береді және ол дененің өлшеміне, толқын ұзындығына тәуелді болады;
- микротолқынды қыздыру, кептіру, тұтану кезінде энергия айтарлықтай үнемделеді;
- АЖЖ сәулелендіру құрылғыларының компакттілігі;
- АЖЖ өрісінің құрылымын тікелей көмір көлемінде басқару үшін әртүрлі фокустаушы құрылғыларды қолдану.

1 ТЕОРИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Аса жоғары жиілікпен қыздыру

1.1.1 АЖЖ қолданудың артықшылығы

Жылуда электр өрісінің энергиясын түрлендіру тиімділігі жұмыс жиілігіне және электр өрісі кернеулігінің квадратына пропорционалды түрде өседі. Әдетте, электр өрісінің кернеулігін өз қалауымызша өзгерту мүмкін емес нәрсе болғандықтан, өнім сапасына кері әсер ететін электр разрядтарының пайда болатын кейбір деңгейлерінен (сыну өрісінің кернеулігінен) бастаймыз. Демек, нақты энергияны арттырудың мүмкін болатын жалғыз жолымен энергияны түрлендіру бұл – жұмыс жиілігін арттыру. Өндірістік жоғары жиілікті құрылғылар негізінен 50 МГц-тен төмен жиіліктегі арнайы бөлінген диапазондарда жұмыс жасайды: 13,56 МГц±0,05 %, 27,12 МГц±0,6 %, 40,68 МГц±0,05%.

Бұл жиілік диапазондарынан бөлек, радиокедергі тұрғысынан аз шектелген диапазондарды өндірісте және басқа мақсаттарда қолдануға болады. Мысалы, 461,04 МГц±0,2 %, 2450 МГц±50 МГц, 433,2 МГц±0,2 %, 5800 МГц±70 МГц, 2125 МГц±125 МГц [1].

Демек, жоғары жиілікті құрылғыларда энергияны түрлендіру тиімділігін арттыру үшін шамды генераторларын өңдеуден бастау керек.

Өнеркәсіпте өндірілген электродтардың коаксиалды орналасуы бар металлкерамикалық шамдар 1000 МГц жиіліктегі 400 Вт қуатты алуға мүмкіндік береді, сонымен қатар олар медициналық және өнеркәсіптік жоғары жиіліктік генераторларда үшін де тиімді. Осы мақсатта 2400 МГц жиілік диапазонындағы шамның жаңа түрі ұсынылды.

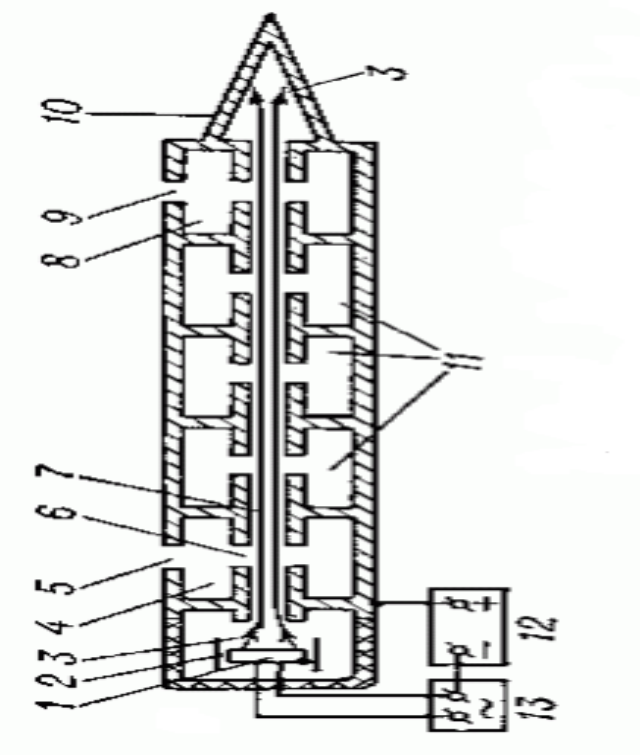
Бұл шамдар екінші дүниежүзілік соғыс кезінде және одан кейін де радиолокацияда импульс генераторы ретінде қолданылған магнетрондар болып саналады. Магнетронның пайда болуына дейін шамдардың шығыс қуаты жоғары жиілікті қыздырудың қолдану облысын шектеді. Магнетрондарың дамуы 50-жылдары жоғары жиілікті қыздыруды қолданудың жаңа облысын ашты, мысалы жоғары жиілікті плазмалы қыздарғыштармен жұмыс жасайтын спектроскопия, тамақ өнімдерінің стерилизациясы және оларды жібіту мен кептірудің жылдамдатылған процесі (төменгі температурада және қысымда ылғалды алу кезінде аса жоғары жиілікті қыздыру өнім ішіндегі мұздың жылдам булануына ықпал етеді).

Аса жоғары жиілік (АЖЖ) энергиясын қолдану инфрақызыл сәулелену көмегімен қыздыруға қарағанда уақытты әлдеқайда үнемдейді. Осының арқасында, АЖЖ қыздыруды қолданудың жаңа облыстары ашылды: мысалы, жүгері, күріш сияқты тамақ өнімдерін кептірудің әр түрлі процесі кезінде, сонымен қатар, темекіні, жұқа қағаз орамасын, маталар мен ағаштарды, түрлі-түсті баспа өнімдерін, керамикаларды, бисквиттер мен крекерлерді дайындау үшін, сүтті және фармацевтикалық өнімдерді пастерлеу және

залалсыздандыру процессінде, жинақталған синтетикалық таблеткаларды алдын ала қыздыру кезінде және т.б. қолданыла бастады.

1.1.2 Генераторлық шамдар және оларды өндіріс пен техникада қолдану

Электронды шамдардың барлық түрлері тығыздық бойынша модуляциялы шамдар және жылдамдық бойынша модуляциялы шамдар болып бөлінеді. Бірінші типтегі шамдарға катодтан шығатын электр сәулелері электрондық тормен өткізу үшін бақыланатын, теріс потенциалы және периодты оң потенциалы бар шамдар жатады. Мұндай шамдарға триодтар мен тетродтар жатады. Барлық жоғарыжиілікті қондырғылардағы шамдық генераторлар осы принцип бойынша 100 МГц-тен төмен жиілікте жұмыс жасайды. Жылдамдық бойынша басқарылатын электронды шамдарда күшейту әдісі қолданылады, мысалы төртрезонаторлы клистронда [2].



1 – катод; 2 – фокустаушы цилиндр; 3 – электронды ағын; 4 – кіріс көлемді резонатор; 5 – аса жоғары жиілікті энергияны кіргізу үшін бұрғылау орны; 6 – көлемді резонаторды тазарту; 7 – дрейф кеңістігі; 8 – шығыс көлемді резонатор; 9 – аса жоғары жиілікті энергияны шығару үшін бұрғылау орны; 10 – электронды ағынды қабылдау коллекторы; 11 – аралық көлемді резонатор; 12 – тұрақты анодты кернеу көзі; 13 – катодтың жылыту кернеу көзі; 1 – бірінші көлемді резонатор; 15 –жоғарыжиілікті энергияның бірінші резонаторынан екіншісіне дейінгі байланыс саңылауы; 16 – екінші көлемді резонатор

1.1 Сурет – Төртрезонаторлы клистронның құрылымдық сұлбасы

Клистрон (грекше klyzo – соққылау) – резонанстық тербеліс жүйелерінін АЖЖ электр өрісімен электрондық ағынды жылдамдығы бойынша модуляциялауға, электрондарды топтауға негізделіп топталған электрондардың кинетикалық энергиясын АЖЖ тербелістер энергиясына айналдыратын электровакуумдық АЖЖ-ті аспап (1.1 сурет).

Коллекторға дейінгі барлық жолда сәуле магнит өрісінің осьтік бағытымен фокусталады. Дрейф кеңістігі вакуумды керамикалық цилиндрлермен қоршалған төрт резонаторлы саңылауларға бөлінген. Кіріс дабылы бірінші резонаторына түседі.

Бірінші резонансты тазартуда әрекет ететін синусоидалы электр өрісі электрондарды электр өрісінің вектор бағытына электрондардың бағыты сәйкес келу не болмаса келмеуіне байланысты тоқтады немесе күшейтеді. Ауыспалы электр өрісі болмайтын дрейф кеңістігінде жоғары жылдамдықты электрондар төменгі жылдамдықты электрондарды қуып жетеді, нәтижеде электрон қабықшалары қалыптасады. Осылайша, жылдамдық бойынша модуляцияланған электрон сәулелері тығыздық бойынша модуляцияланған сәулеге түрленеді. Бұл талдауда біз екінші және үшінші резонаторларды ескермедік, тек электрон қабықшаларының резонанс тазалауы арқылы соңғы резонаторға өтуін талдаймыз.

Бағытталған электрондар соңғы резонаторда бірнеше токты ынталандырады, нәтижеде электрон қабықшаларын тежейтін электр өрісі туындайды. Сонымен, сәуленің кинетикалық энергиясының үлкен бөлігі электромагнитті толқын энергиясына түрленеді.

Синусоидалы кіріс дабылы шамнан өту кезінде шамамен 1000 рет күшейтіледі. Барлық электрондар өз жылдамдығын нөлге дейін төмендетпейді, тек кейбіреулерінің коллекторға түсуі кезінде кинетикалық энергиясы жылуға айналады.

Күшті триодтар өндірістік жоғары жиілікті генераторларда сыйымдылықты және индуктивтілікті қыздыруда қолданылады, сонымен қатар, автогенератор сұлбасы бойынша өздігінен қосылады. Осылайша сыртқы жұмыс жағдайлары кең көлемде өзгеріске ұшырап, айтарлықтай дәрежеде бақыланбайтындықтан, өндірістік қыздыруда қолдануға арналған арнайы тиодтар жасалды. Олардың шығыс қуаты жүктеменің білінетін тербелісі кезінде аздап өзгеріске ұшырайды. Шамның бұл түрлерін шамамен 100 МГц – ке дейінгі жиілікте қолдануға болады.

30 МГц жиіліктегі тығыздық бойынша модуляцияланатын шамдар шығысында бірнеше жүздеген киловатт қуат береді. Жиілік мәні неғұрлым өскен сайын шамның қуаты соғұрлым төмендейді. Ал 1000 МГц жиіліктегі шамдар да бірнеше киловатт қуатты алуға мүмкіндік береді, алайда оларды тек алыс қашықтықтағы байланыстарға ғана қолданады. Сондықтан күшейткіштердің немесе генераторлардың көмегімен өндірісте қолданатын қажетті қуатты алу үшін аса жоғары жиіліктегі, генератор немесе күшейткіш ретінде қолдануға болатын жылдамдық бойынша модуляцияланатын шамдарды қолдануға тура келеді.

Жылдамдық бойынша модуляцияланатын шамдардың жұмыс істеу принципі жоғарыда көп резонаторлы клистрон мысалында түсіндірілді. Клистронды өндірісте қолдану үнемсіз болды, ал оның қорек көзі айтарлықтай күрделі және қымбат. Жүгірме толқындағы шамдар және осыған ұқсас барлық басқа құрылғылар, мысалы кері толқындағы шамдар, осындай айтылған себептермен өндіріске жарамсыз.

Жүгірме толқындағы шамдарда электрон сәулелері мен кіріс дабылының электр өрісінің арасындағы байланыс спираль бойымен жүреді. Электрон сәулелері спираль осі бойымен бағытталып, біректі магнит өрісінде таралады. Ал кіріс дабылы катодтың спираль соңына түседі. Дабылдың спираль бойымен таралуы баяулайды, сондықтан таралу жылдамдығы шамамен электрондардың жылдамдығымен сәйкес болады. Спираль өрісінің амплитуда бойынша өсуі электрондардың жылдамдығын арттырады, соңында спиральда клистрондағыдай тежелу кезінде өзінің кинетикалық энергиясын тербеліс энергиясы түрінде беретін электрон қабықшалары қалыптасады. Жүгірме толқындағы шамдар үшін ең төменгі шектелген жиілік шамамен 300 МГц, ал шығыс қуаты үзіліссіз режимде бірнеше киловатты құрайды. Жүгірме толқындағы шамдар, әдетте, радиотаратуда және радиолокация қондырғыларында қолданылады. Олардың артықшылығы кең жолақты жиілікте күшейту болып есептеледі [3].

Үзіліссіз генерациялау магнетроны басқа барлық АЖЖ құрылғыларына қарағанда өндірісте қолдану үшін өңдеу ыңғайлылығына және тиімді бағасына байланысты әлдеқайда ұтымды болып есептеледі. Магнетрондардың орташа есеппен жарамдылық мерзімі 3000 сағаттай. Жарамдылық мерзімі катод типіне байланысты болғандықтан магнетронның әр типі үшін әр түрлі. Сондай-ақ, магнетрон жоғарылатылған электрлік және механикалық мәліметтерге ие. Мысалы, оның жоғары пайдалы әрекет коэффициенті, кез келген жүктемеде жұмысқа тұрақтылығы және қарапайым жұмыс принципі. Үзіліссіз генерациялау магнетронын қосудың көптеген әдістері бар, магнетронның қорек көзі сұлбасынан түзетілген үшфазалы кернеуге дейін (фильтрлеусіз), айнымалы ток желісінен тікелей қорек көзінің сұлбасына дейін. Қорек көзінің осы құрылымының арқасында қажетті талаптарды қанағаттандыратын қолданудың тиімді жағдайларын жасауға болады.

1.1.3 Магнетронының құрылымы мен жұмыс істеу принципі

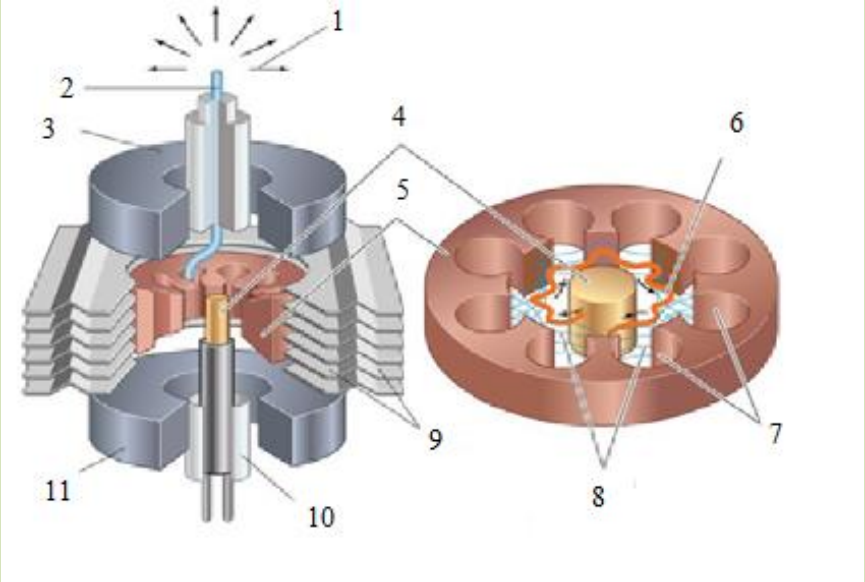
Магнетрондар – 300 МГц÷300 ГГц жиілік диапазонында, 10Вт÷10 МВт қуат мәнінде, 0,1÷5 мкс импульс ұзақтығында жұмыс жасауға арналған электромагниттік толқын генераторы болып табылады. Ол тұрақты және айнымалы ток энергиясын аса жоғары жиілік (АЖЖ) энергиясына түрлендіруге арналған.

Магнетрондар 2 негізгі бөліктен тұрады: цилиндрлі жоғарывакуумды диодтан және тұрақты магниттен немесе электромагниттен. Цилиндрлік диодтың ортасында катод, ал шеткі жақтарында анод орналасқан. Ал анодтың ішкі бетінде симметриялы түрде бірінен кейін бірі орналасқан резонаторлар

бар. Қалған ішкі бөліктері дерлік бос. Алдымен, магнетрон ішіне электр тогы беріледі. Соның әсерінен катодтан жан-жаққа қарай электрондар анодқа қарай бағытталады. Ал сыртқы бөліктегі магниттер магнит өрісін туғызады да, соның әсерінен электрондар керісінше күрделі спиральды траектория бойымен қайта айналып кетіп отырады. Бұл кездегі электрондардың жылдамдығы өте үлкен мәнді құрайды. Осындай орын ауыстыру нәтижесінде электр қуаты микротолқындарды туғызады. Магнетрон ішінде орналасқан антенна оны ары қарай толқын тасымалдаушыға жеткізеді [3].

Магнетронның негізгі құрылымы:

1. резонанстты жүйе;
2. катод;
3. жоғары жиілікті қуат блогы;
4. магнитті жүйе.



1– микротолқынды сәулелену; 2 – антеннаның шығысы; 3 – магнит; 4 – катод; 5 – анод; 6 – электрон жолы; 7 – қуыстар; 8 – электромагниті өріс; 9 – салқындатқыш; 10 – керамика; 11 – магнит

1.2 Сурет – Көпрезонаторлы магнетронның құрылымдық сұлбасы

Резонансты жүйе. Магнетронның тербелмелі жүйесі айнала орналасқан резонаторлардан тұрады. Олардың саны шамамен 8-40 болады. Эксперименттік зерттеулер көрсеткендей, резонаторлық жүйе резонаторлық жүйенің айналасындағы толқындардың бүкіл санына сәйкес келетін жиілікте қозғалады.

Бұл жағдайда әр жиілік өзара әрекеттесетін кеңістіктегі жоғары жиілікті өрістің белгілі бір таралуына сәйкес келеді. Тербіліс түрлері толық толқын саны бойынша тағайындалады: (n=0,1,2,3,…,N/2).

N резонатордан тұратын резонатор жүйесі шексіз тербелістерге ие болуы мүмкін. Алайда, көп резонаторлы магнетрондарда міндетті түрде тербелістер саны n = N/2 болады, яғни көрші резонаторлардағы кернеу мен ток фаза бойынша 180° бұрылған болады. Бұл π – типті тербеліс деп аталады.

Катодты жүйе. Магнетронда цилиндр формалы катод электрондардың негізгі көзі болып саналады. Ол магнетронды жоғары тығыздықты электронды эмиссиямен қамтамасыз ету керек. Магнетронда 10÷30 сантиметрлі диапазонда электронды эмиссия тығыздығы 3–10 А/см^2 және одан жоғары болуы керек. Қазіргі импульсті магнетрондарда орта қуатты оксидті-барийлі және жоғары магнетрондарда оксидті-торидті катодтар кеңінен қолданылады.

Катод сырты барий алюминатымен жалатылады. Ол қалыптау процесінен кейін барий және барий оксидіне айналады. Мұндай құрылым катод температурасына тәуелді барийдің төменгі жылдамдықты булануы кезінде катодтың ұзақ қызмет мерзіміне кепілдік береді. Катод температурасы жылытқыштың катушкаларынан және ішінара кері электрондардың сәулеленуімен анықталады. Бұл өлшем шамамен 800-1150^0 С температура аралығында жатады. Катод бетінде будың қысымы, сондай-ақ қалдық газдардың болуы магнетронның сенімді жұмысы үшін маңызды рөл атқарады.

Жоғары жиілікті энергияның шығу көзі. Жоғары жиілікті энергия тербелмелі жүйеде шығу құрылғысы арқылы жоғары жиілікті жүктемеге беріледі. Көп резонаторлы магнетрондарды қолдану кезінде энергия көздерінің мына түрлері қолданылады: коаксиальды, толқын бағыттаушы, коаксиальды-толқын бағыттаушы.

Энергияның коаксиалды шығуында, әдетте, резонаторлардың бірінде орналасқан қосылыс циклінің көмегімен индуктивті байланыс қолданылады. Ал энергияның толқын бағыттаушы шығарылымында жоғары жиілікті энергия магнетроннан резонаторлардың бірінің қуысын толқын бағыттауышпен байланыстыратын бос орын арқылы шығарылады.

Магнитті жүйе. Магнит өрісінің өзара байланыс кеңістігінде құру үшін жоғары қалдық индукциямен арнайы қорытпалардан жасалған тұрақты магниттер қолданылады. Күшті импульстік магнетрлерде магнит өрісін құру үшін электромагнит пен соленоид қолданылады.

1.2 Көмірді жаққанда бөлінетін зиянды заттар

1.2.1 Қоңыр көмірдің негізгі сипаттамалары

Қазіргі техника дамыған заманда электр қуатына деген сұраныс оны экологиялық және экономикалық тұрғыда тиімді өндіруді талап етеді. Әдетте, қуат көзін өндіру үшін жылу электр сатанцияларын пайдаланса, ал ондағы негізгі энергия көзі көмір болып саналады. Демек, біздерге барынша тиімді, арзан және экологиялық таза отын түрін пайдалану заман талабы болып отыр. Ал еліміздегі арзан отын Екібастұзда өндірілетін күлділігі 40% пайыздан жоғары, 80% пайызы төменгі сұрыпты көмір болғандықтан ЖЭС-тар соны қолдануға мәжбүр болып отыр.

Екібастұз көмір қоры ғалымдардың пайымдауынша бірнеше жүз жылдыққа жетеді деп жобаланып отыр, сонымен қатар ашық әдіспен жерден қазып алынатындықтан еліміздің арзан отындарынан қатарынан орын алған. Бір жағынан, бұл отында күкірт пен азот концентрациясы айтарлықтай аз (1% көп емес), екенін ескеруге болады.Сондықтан да сұранысты көп талап етуде. Дегенмен, Қазақстан көмірі әрекеттескіш қабілеті өте жақсы көрсеткішке ие энергетикалық отын болғанымен көп мөлшерде қалдық бөлуімен ерекшеленіп тұр.

Көптеген Қазақстан ЖЭС орталықтары төменгі сұрыпты, күлділігі жоғары Екібастұз көмірін қолдану арқылы жұмыс істейді. Екібастұз көмірі бастапқыда айтылғандай ашық әдіспен өндіріледі. Мұндай әдісті пайдаланып отынды алдын ала байыту жүзеге асыратындықтан қоршаған ортаға, халыққа зиянды қалдықтардың саны күн санап артуда.Қазақстандағы көмір өндірісі еліміздің күрделі экономикалық салалардың бірі. Қазіргі таңдағы Республикамыздағы көмір өндіру саласы Қазақстанды 80% электр энергиясымен қамтамасыз етіп тұр. Көмір қорын зерттеу барысында әлемдегі жалпы қор көлемінің 4% Қазақстанда табылып, еліміз көмір қоры бойынша әлемдегі 8-орынға тұрақтады. Өндірістегі аса құнды энергетикалық және коксті көмірлер еліміздің 16 кен ошақтарында табылған [4]. Соның ішінде тас көмірлердің қоры шамамен 75млр тонна. Қазақстан Республикасы әлемдегі аса ірі көмір өндіретін елдер ондығының қатарына және ТМД елдерінің ішінде үшінші орынға ие.

Қазақстандағы негізгі энергетикалық көмірлерді ашық әдіспен қазып алатындықтан, бұл отынның өндіру құны басқа энергетикалық отын түрлеріне қарағанда салыстырмалы түрдегі арзан және бірнеше жүз жылдыққа жететін көмір отын қоры бар, сонымен қатар ол арзан энергетикалық отын болғандығымен ерекшеленеді. Сонымен қатар, бұл қоңыр көмірде күкірт пен азот концентрациясы айтарлықтай аз (1% көп емес), деп айтуға болады. Алайда Қазақстан көмірі әрекеттескіш қабілеті өте жақсы көрсеткішке ие энергетикалық отын болғанымен, сыртқа шығаратын зиянды қалдықтары да айтарлықтай көп. Кен орындарынан ЖЭС орталықтарына әкелінген көмірлердің қалдығы 70%-дан жоғары. Ал бұл көрсеткіш шет елдерде мәселен Ұлыбританияда - 22%, АҚШ - та -9%, Германияда -8% құрайды [5].

Екібастұз көмірі бастапқыда айтылғандай ашық әдіспен өндіріледі. Мұндай әдісті пайдаланып отынды алдын ала байыту жүзеге асырылады. Бұл көмірлердің күлділігі ашық күйде немесе отынмен байланысқан күйде кездесетін минералдар қоспасы болып табылады.

Қоңыр көмірлердің ылғалдылығы 43%, яғни өте жоғары болғандықтан, олардың жану жылуы аз. Оған қоса қоңыр көмірлердің құрамында ұшпа заттары да 50% құрайды, яғни өте көп. Ұшпа заттар жер қойнауында шамамен 1 км тереңдікте, жоғары қысым мен температураның әсерінен шіріген органикалық қалдықтардан түзіледі. Ал тас көмірлердің жану жылуы жоғарырақ, әрі олар жеңіл тұтанады, себебі құрамында 12% ылғалдылық

болады және олардың. құрамында ұшпа заттар 32% жуық. Тас көмірлер қоңыр көмірден 3 км тереңдікте түзіледі.

Көмірдің негізгі органикалық химиялық элементтері көміртек, сутек, оттек, күкірт және азот болып есептеледі. Оған қоса көмірді келесідей құрылымдық бөлшектерге бөлуге болады: байланысқан көміртек (C) + жану қалдығы (A_c) + ұшпа заттар (V) + ылғалдылық (W) = 100 %.

Қоңыр көмірдің жылу техникалық сипаттамасы:

Жұмыс массасындағы ылғалдылық мөлшері, W_w – 25-35 % ;

Құрғақ массадағы күл мөлшері, A_d – 15-20%;

Жанғыш массадағы ұшпа заттар мөлшері, V_{daf} –35-50 % ;

Жұмыс массасына келетін көмірдің төменгі жану жылуы, Q_l^w – 3000-3800 (ккал/кг).

Көмір – құрылымы күрделі пайдалы қазбаларға жататындықтан, оның қасиеттерін теория арқылы сипаттау мүмкін емес, тек эмперикалық сипатталады. Қазіргі уақытта көмірдің жылу техникалық қасиеттері мен қарапайым құрамын анықтауға арналған таңдаулы әдістер бар.

Көмірдің жану жылуын Менделеев теңдеуімен анықтауға болады [6]:

$$Q_H = 4{,}19\ (81C + 246H - 26(O - S) - 6W), \qquad (1.1)$$

мұндағы: C, H, O, S, W – жұмыс массасының құрамындағы көміртектің, сутектің, оттектің, күкірттің және ылғалдылықтың пайыздық мөлшері (%).

Көмірдің метоморфизм деңгейі ұлғайған сайын оның құрамындағы көміртегінің мөлшері артады, мәселен: көмірдің органикалық массасына қоңыр көмір үшін 65% , антрациттер үшін 91 %-ға дейін. Мұндай жағдайда сутегі 8%-дан 4%-ке дейін, ал оттек 30%-дан 2%-ға дейін кемиді. Азот пен күкірттің мөлшері 0,5%-2 және 0,5%-3% шамасында, ал көптеген минералды құрауыштар ондық пайыздар шамасында ауытқып тұрады.

Көмір құрамындағы негізгі органикалық заттар битумды, гуминді қышқылдар және қалдық көміртектер түрінде берілген. Битум көмірді еріткіштермен экстракциялау жолымен алынады. Гуминді қышқылдар өткір сілтілерде ериді. Қалдықты көміртек сілтілерде ерімейді және орын ауыстырмайды. Гуминоидты қышқылдар көбінесе қоңыр көмірлерде кездеседі, ал олар тас көмірлерде кездеспейді деп айтуға болады. Бұл қоңыр көмірдің органикалық қосылыстары жоғары молекулалық қосылыстар болып табылады. Тас көмірлер ірі молекулаларды құрайтын ароматикалық құрылымнан тұрса, керісінше, қоңыр көмірлердің құрамында алифатикалық бірліктер көп. Тас көмірлердегі көміртегінің ароматикалық атомдарының мөлшері метоморфизм деңгейіне байланысты жанған көмірде 80 %-дан бастап, антрациттер 100%-ға дейін ұлғаяды. Метоморфизм мөлшері тас көмірлер үшін C:H атомдық қатынасы 1:1 қатынасындай (бензол мен метилнафталин секілді), ал антрациттер үшін 2:1 қатынасына тең (төменгі молекулалық көміртегі, коронен $C_{24}H_{12}$ секілді).

Көмір құрамындағы күкірт темір дисульфиді (FeS_2), темір сульфаты (Fe_2SO_4) және органикалық күкірт түрінде, 3 күйде кездеседі. Негізінен күкірт мөлшерінің 30-50% органикалық күкірт болып табылады. Көмірді өңдеу кезінде перитті және органикалық топтарды құрайтын күрделі процестер жүзеге асырылады, оның нәтижесінде күкіртті сутек (H_2S) бөлініп шығады. Мұндай процесс барысында бөлінген H_2S көмірдің органикалық массасы, көмір қалдығы және пиритпен реакцияға түседі [7].

Азот көмір қалдығында болмайды, алайда, тек көмірдің органикалық қосылыстарында ғана кездеседі. Көмірдің сұйық пиролизінде T=770-1370 К температурасында пиридин C_5H_5N және оның туындылары, сонымен қатар анилин $C_6H_5NH_2$, пирол C_4H_5N, нитрил RCN, карбазол, хинолин, икридин, индол және оның туындылары, және газ тектес аммиак NH_3 кездеседі. Яғни, бір сөзбен айтқанда, азот негізінен екі карбоцикльді сақина арасындағы көпір дене гетероцикльді сақиналарда болатынын көреміз. Егерде байланысты ұшпа заттардың мөлшері 10%-дан жоғары бола бастаған жағдайда, көмір құрамында азот жойыла бастайды. Олардың мөлшері көбінесе хош иісті сақиналарда кездеседі.

Отынның пиролизіндегі азотпен байланысқан негізгі байланыстары: пиридин, пирол, нитрил, карбазол, хиолин, индол. Негізінен, қарастырылып отырған азоттың бөліну мөлшері көмір типіне, қызуына, температурасына байланысты болады. Егер температура 770-1170 К шамасында болса, онда ұшпа зат күйінде бөлінетін азот мөлшері 20-80 % құрайды [8]. Ал аса жоғары температурада пиролиздеу нәтижесінде коксті ыдыратуға болады, бірақ ол үшін коксті отында қалып қалатын азотты күрделі байланыста болуы керек. Кокс құрамындағы азотты ұшпа затқа айналдыру үшін бу мен коксті толық булайды және оттекте жағады. Ал бөлініп шығатын ұшпа азот NH_3, NCN, N_2 түрінде көмір пиролизінде кездеседі.

Көмір құрылымының ерекшелігі, негізінен оның құрылымында, әсіресе оның кеуек типі. Жұмыс барысында аңғарылғандай көмірдің үш типті кеуек түрі болады екен, микротесіктері (0,0012-0,03мкм), аралық тесіктері (0,03—0,3мкм) және макротетесіктері (0,3-3мкм). Көмірдің көп аймағын микротесіктер алады және реагенттері тез әсерлеседі, егер қыздырса. Ал аралық тетіктер арқылы реагенттер газ фазасына өте алады. Макротетіктер туралы айтатын болсақ, олар басқалармен салыстырмалы түрде аз кездеседі және де бөлшектердің, әсіресе кіші диаметрдегі масса алмасудың тиімділігін арттырады.

Көп уақыттан бері қолданыста болғанына қарамастан, көмірді экологиялық және экономикалық тұрғыда тиімді қолдану мәселесі әліде біраз мәселелерді туғызып тұр. Әрі көмір бір құйден екінші күйге күрделі байланыспен уақыттың өтуіне байланысты ауысып отырады және де оны кез-келген түрде пайдалануға болады.

Негізінен отынның бұл түрі пайдалану мүмкіншілігі көп отын болып табылады. Себебі, отынды жағуға, пиролиз көмегімен оларды сұйылтуға, екінші күйге, яғни газ күйіне айналдыруға және өндірісте кеңінен қолдануға

болады, және жерден қазып алуға, алыс қашықтықтарға тасымалдауға, ұзақ уақытқа сақтауға, қолдануға да қолайлы [9]. Басқа отындарды өндіруде пайдаланатын бұрғылау және жарылыс ұйымдастыру тәсілдері көмірді өндіргенде қолданылмайды. Әрі аталмыш отын түрі өндірісте қол жетімді арзан болғандықтан, басқа отындармен салыстырғанда бағасы да тиімді.

Әдетте, еліміздің энергетикалық балансында тас көмір мен қара көмір көп. Тас көмірдің жоғары жану жылуы 2400 кДж (5740 ккл/кг) және ұшпа заттар деңгейі 15%. Ал қоңыр көмірлердің жоғары жану жылуы, тас көмірлерге қарағанда, 2400 кДж/кг көрсеткіштен төменірек және ылғалдығы 30-40% құрайды. Негізінен, зерттеулерге сүйенсек, көмір қорының көп мөлшрін тас көмір құрайды (~24.3 млрд. тонна) оның ішіндегі 6,1 млрд тонасы (шамамен 25%) кокстеуге қолайлы көмірлер санатына жатады.

Бүгінде өз елімізде 100-ден көп көмір қорлары бар және олардың геологиялық қоры шамамен 176,7 млрд. тоннаны құрайды. Алайда олардың толық зерттелгені 40 кен орны және олардағы қоры мөлшері 34,1 млрд. Тоннаны құрайды. Солтүстік және Орталық Қазақстанда негізгі және ірі кен орындары орналасқан, мысалы: Қарағанды (9,3 млрд. т), Торғай (5,8 млрд. т) және Екібастұз (12,5 млрд. т). Бұл айтылған жерлерден жылына орта есеппен 400 млн тонна көмірді ашық түрде өндіруге болады. Ашық түрде өндіруге болатын өндірістік көмір қоры шамамен 21 млрд. тоннаға жуық деп есептесек, олардың негізі Екібастұз (51%),Торғай (26,4%), Майтөбе (8,8%) және Шұбаркөл (7%) сияқты көмір бассейіндерінде шоғырланған.

Осыған орай, біздің алаңдататын басты мәселе – электр станцияларына алып келетін көмір сапасы. Көбіне көмір құрамындағы қалдық көп мөлшерде және жану жылуы аз бөлінеді. Көмір сапасының күрт өзгеріп төмендеп тұруы да электрстанцияларының жұмысына кері әсерін тигізеді. Сонымен қатар, электр станцияларында тозаңды алаудың тұрақты жағып тұру үшін мазутты көп мөлшерде бірге жағуды талап етеді.

1.2.2 Көмірді жаққанда бөлінетін зиянды қалдықтар

Бүгінгі кезде қатты отындарды жағу технологиясы мен оның термиялық өңделуі энергетикалық обьектілердің экологиялық және экономикалық көрсеткіштерін заманауи талаптарға сай, тиімді жолмен жүзеге асып жатқан жоқ. Сапасы төмен көмірлерді ЖЭС-та жағу көптеген қиындықтар туғызуда, себебі олардың тұтану процесі күрделеніп кетеді. Ол жаққан кейін болатын алаудың тұрақты болуымен қатар, отынның жану процесіне теріс әсерін тигізіп, сонымен қоса зиянды қалдықтарды көп бөлетін (NO_X, SO_X, CO) ЖЭС орталықтарының экологиялық көрсеткіштерін де төмендетіп жібереді.

Әдетте, көмірдің сапасы мен құрамы отын кезекті өнімінің орташа үлгісінен химиялық және механикалық талдау жасалып арнайы жабдықталған зертханаларда ғана зерттеледі. Ал газ тәрізді отын жанатын және жанбайтын газдардан тұрады, сондықтан оған қоса құрамында біраз мөлшерде қоспа (су мен тозаң) кездеседі. Газ тәрізді отынның құрамына енетін газдардың құрамы мен құрылымы осы газды зертханада өткізіп, зерттеу арқылы анықталады.

Сондықтан да газды отынның құрамын қалыпты жағдайда (температура 100С, қысым 760 мм сын.бағ.) жеке газдардың (CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12} ,CO, H_2, CO_2, N_2,O_2 және т.б.) көлемді мөлшерімен сипаттауға болады [7].

Минералды бөлшектер және күл. Күл – бос күйінде немесе отынмен байланысқан минералдар қоспасы түрінде болып келетін қалдық түрі. Ол жанбайтын минералдар негізінен сілтілік және сілтілі жерлі металдардан, кремний, алюминий, темір оксидтерінен, кальций мен магний сульфаттарынан тұрады. Көмірдің құрамындағы күл оның сапасына кері әсер етеді, себебі ол отынның бірлік массасына келетін энергиясын азайтып жібереді. Күлдің ең кішкентай қатты бөлшектері жанған газдармен ілесіп ұшқын күл түзе отырып, камерадан сыртқа шығарылады, ал ол конвективті жылытқыш беттерді ластайды да, нәтижесінде жылу алмасуды бәсеңдетеді. Еліміздегі көмірдің күлділігі жалпы 10-55% пайыз аралығында деп есептесек, осыған орай түтіннің шаңдану дәрежесі де күрт өзгеріп кетеді, тіпті күлділігі жоғары көмірлерде бұл көрсеткіш 60-70 г/м^3 – ке дейін жетеді. Осы сияқты көмірді пайдалану бірқатар мәселелер тудырады, атап айтсақ, тұрақсыз жану, қоқыстану мәселесі, сонымен қатар қоршаған ауа қабатын күл қалдықтарынан, көміртегі тотығынан (CO), азот қостотығынан (NO_x), күкірт қостотығынан (SO_2 және SO_3), көмірсутектерден, ванадий коспаларынан (негізінен ванадий пентаксиді) және т.б.-дан қорғау сияқты мәселелер. Екібастұздық көмірді пайдаланатын бу генераторларын талдау көмірдің күлділігінің жоғары болуы, олардың тиімді өңделуіне қосымша талаптар қойылуы қажеттігін көрсетеді және камерада жану заңдылықтарына айтарлықтай әсер ететінін айқындайды.

Қатты және сұйық отындардың құрамында кездесетін барлық заттар күрделі молекулалар органикалық түрде кездеседі. Қатты және сұйық отын құрамындағы күрделі қосылыстарды сапалы сараптау үшін күрделі зертханалық жұмыстар атқарылуы қажет. Сондықтан да көмірдің құрамын байланыс түрінде емес, жеке химиялық құрылымымен сипаттау ыңғайлырақ, мысалы: көміртек (C), сутек (H), ұшпа күкірт ($S_л$), оттек (O), азот (N), сонымен қатар қалдық (A) және ылғалдық (W).

Көміртегі. Қатты және сұйық отынның жанатын элементтеріне көміртек, сутек және күкірт (органикалық және пиритті) сияқты элементтер кіреді. Осы элементтермен оттек және азот әрекеттесе отырып, отынның ішкі байланысын түзеді. Ал қалдық және ылғалдылық отынның сыртқы балластын құрайды. Қатты және сұйық отындардың негізгі жылу бөлгіштігін сипаттайтын жанғыш элемент ретінде көміртегі есептеледі. Оның меншікті жану жылуы жоғары (34,1 МДж/кг) және де қатты отынның массалық үлесіндегі көміртек 40-70 % құрайды.

Отындардың ішіндегі келесі маңызды элемент бірі – сутегі. Оның меншікті жану жылуы көміртегіге қарағанда жоғары (120,5 МДж/кг), алайда сутегі отын құрамында аз мөлшерде (қатты отындарда 15 %, ал мазутта (10-11%) ғана болады. Сондықтан көмірді жаққан кезде көбінесе көміртек бөлінеді.

Күкірт оксиді. Күкірт отын құрамында кішкене мөлшерде кездеседі (0,3 3% көмір мен мазутта), бір жағынан олардың меншікті жылуы да жоғары емес (9,3МДж/кг). Сондықтан да күкіртті жанғыш элемент ретінде есептемейді. Әдетте көмір құрамындағы күкірт үш түрде кездеседі: органикалық S_o, пиритті, (немесе сульфидті) S_p және сульфатты $SS0_4$.

Органикалық күкірт көмір құрамында күрделі молекулалық байланыс түзеді деп есептеледі. Ал пиритті күкірт металл сульфиді түрінде кездеседі, мәселен FeS2 (пирит немесе темір колчедан), $CuFeS_2$ (халькопирит немесе мыс колчедан). Органикалық және пиритті күкірт қосылып жанғыш (ұшпа) күкірттерін қалыптастырады. Сульфаттардағы күкірт ($CaSO_4$, $MgSO_4$, $FeSO_4$ және т.б.) оттекпен жоғары байланысқан күйде, сондықтан болса керек олардың әрі қарай тотығуы да жүзеге аспайды. Әрі сульфаттар көмірдің минералды қоспасы ретінде қалдықтың құрамында да кездеседі.

Күкірт жанған кезде күкіртті ангрид SO_2 және аз мөлшерде күкірт ангриді SO_3 де қалыптасады. Ал күкірт ангриді жанған заттар құрамындағы сулы бумен қосылысқа түсе отырып, күкіртті қышқыл буын сыртқа бөліп шығарады. Аталмыш қышқылды бу жылутехникалық құрылғыларда конденсацияланып, оны күкіртті қышқылдық коррозияға ұшыратады. Сонымен қатар, күкірт оксиді және күкірт қышқылдарының буы да ауа құрамындағы улы заттар мөлшерін арттырып, өсімдіктер мен тірі азғаларға зиянын тигізеді. Сондықтан күкірт көмірдің құрамындағы зиянды элементтер қатарына жатады.

Азот оксиді. Көмір құрамында кездесетін азот көмірді жаққан кезде оттекпен байланысқа түседі. Көмірдің жанатын элементтерімен органикалық түрде байланысқан оттек пен азот отынның меншікті жану жылуын кеміте отырып, ішкі балласты қалыптастырады. Азот инертті газ болып саналады, сондықтан жоғары температурада оттекпен байланысып жоғары токсинді оксидті түзеді Nox. Азот оксидінің ауадағы шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРК) NO_X=0,085 мг/м^3 құрайды, демек көмірді қолдану кезінде азот қалдығын NO_X мейілінше азайту бүкіл әлемдік деңгейдегі мәселе болып отыр [10].

Қазіргі таңдағы жылуэнергетиканы дамыту үшін сұйық отынның қолдану мөлшерін азайтып, сапасы төмен болса да, тиімділігі мол қатты отындарды қолданысқа енгізген дұрысрақ. Өйткені, сұйық отынның өндірілуі бағасы жағынан қымбат, әрі ол жер қойнауында тым аз мөлшерде қалған.

Көмірді электр энергиясын өндіруде, жылу шығаруда, металл өндіруде кеңінен қолданады, алайда ол қоршаған ортаға залал келтіреді. Бүгінде заман талабына сай энергетикалық саланың даму деңгейінде әлем бойынша таза көмірді өндіру технологиясы үздіксіз дамуда. Мұндағы басты мақсат: көмірмен жұмыс атқаратын өндіріс орындарынан шығатын зиянды қалдықтарының мөлшерін мейілінше азайту және экономикалық .үнемділік.

1.3 АЖЖ сәулеленудің көмірге әсері

Ғылыми жұмыстарды талдау барысында материалдарға әсер ететін электр разрядтарының көпшілігі аса жоғары жиілікті (АЖЖ) сәулеленуге жататын байқауға болады. Әсіресе, АЖЖ өрістің көмір энергетикасындағы алатын орын аса зор, яғни АЖЖ разрядтарының көмірді құрғатуға, оны ұсақтауға және экологиялық зиянды заттардың мөлшерін азайта отырып өртеу сияқты процесстерге әсері ең басты маңызды мәселелер болып табылады.

Басқа әдістермен салыстырғанда АЖЖ-пен сәулелендіру төмендегідей артықшылықтарды қамтиды:

- АЖЖ әсері– бұл ең тиімді байланыссыз әсерлесу;
- АЖЖ энергиясын жұту көмір үлгілерін қыздырудың түрлі режимдерін жасауға мүмкіндік береді және ол дененің өлшеміне, толқын ұзындығына тәуелді болады.
- микротолқынды қыздыру, кептіру, тұтану кезінде энергия айтарлықтай үнемделеді;
- АЖЖ сәулелендіру құрылғыларының компакттілігі;
- АЖЖ өрісінің құрылымын тікелей көмір көлемінде басқару үшін әртүрлі фокустаушы құрылғыларды қолдану.

АЖЖ сәулеленудің ең тиімді әсері диэлектрлік материалдарға, соның ішінде көмірге тән. АЖЖ энергиясын жұтудың интенсивтілігі жиілікке ν ,электр өрісінің кернеулігінің квадратына E^2 және жоғалу коэффициентіне k=ε*c тәуелді. Диэлектрлік материалдардағы диэлектрлік жоғалу тангенсінің мәні: tgδ = 0,05 – 0,08. Егер диэлектриктің ылғалдылығы жоғары мәнге ие болса, мысалы 30 - 35%, онда оның диэлектрлік өтімділігі ε = 15-20 дейін жоғарылайды да, материалдың электромагнитті толқынды жұтуы қарқынды жүреді. Ал 20-30%-тік ылғалдылықта диэлектрлік өтімділік ε = 4,5-5 диапазон аралығында орналасады да, материал электромагнитті толқынды нашар жұтады. Сондықтан АЖЖ сәулеленуіне әсер ететін диэлектрлік өтімділіктің материал ылғалдылығына тәуелділігін есепке алу қажет [13].

АЖЖ қыздыру әдісінің басқа қарапайым әдістермен салыстырғанда мынандай артықшылықтарға ие:

- Жану кезінде зиянды өнімдердің болмауы;
- Жалынның болмауы;
- Тиісті қуат мәнінде жоғары қыздыру жылдамдығы;
- Көп қабатты жүйеде қызатын және қызбайтын қабаттардың алмасуы.

АЖЖ-пен көмірді сәулелендіргенде бірнеше процестер жүзеге асады: құрғату, бөлшектеу және өртеу және т.б.

1.3.1 Көмірді құрғату кезінде АЖЖ сәулеленуін қолдану

Әр түрі ортада таралу кезінде электромагниттік сәулеленуде жұтылу, шағылу, сыну, шашырау сынды процесстер жүреді. Аталған актілер сол материалдың физикалық қасиеттеріне сәйкес тәуелді түрде жүзеге асады. Диэлектриктерді құрғату процесі кезінде судың молекула қасиеті АЖЖ тиімді

түрде жұта алады. Электромагнитті энергияны жұтудың физикалық қасиеттері төменде қарастырылады.

Кез келген заттың молекуласы бір-бірімен молекулааралық өзара әсерлесу күшімен байланысады. Ал АЖЖ әсер еткенде, айнымалы электромагнитті өрісі әсерінен заттағы ішкі молекулалық зарядтар араласа бастайды. Зарядталған бөлшектердің орын ауыстыруы кезінде молекулааралық әсерлесуге қарсы бағытта жұмыс жұмсалады. Аталмыш жұмыс жылуға айналады. Бұл құбылыс «диэлектрлік қыздыру» деп аталады. Айнымалы электромагнитті өріс энергиясының жылуға түрлену тиімділігі диэлектрлік жоғалу коэффициентіне (энергия жұту коэффициенті), жиілікке және электрлік өріс кернеулігінің квадратына тәуелді. Материал жұтатын қуат сәулелену жиілігіне тәуелді, ол жоғары жиілікті электр толқындарының АЖЖ энергиясының көптеген әсерімен, аздаған өрістің кернеулігі мен жіберу қабілетімен анықталады. АЖЖ әсерінің ең маңызды артықшылығы – электромагниттік өрістің материалдарға терең ену қабілеті. Басқа әдістер материалдың терең қабаттары қажетті температураға жетпей жатып беткі қабатының қызып кету қаупін туғызады. Ал АЖЖ-пен қыздыру жылу беруді мөлшерлеп, реттеп отырады. Тағы бір артықшылығы АЖЖ сәулеленудің селективті қасиеті, сондықтан көп құрауышты материалдың жеке құраушылары жұту коэффициентіне тәуелді әр түрлі қызады. Судың материалдардан булануы кезінде бұл қасиеті кеңінен қолданылады, осылайша материал өз қасиетін сақтап қалады. Кеуекті материалдарда микротолқынды қыздыру процессінде ылғал ішкі қабаттардан беткі қабаттарға қарай үздіксіз қозғалады да, бетінде булану процесі жүреді, пайда болған бу қоршаған ортаға таралады. АЖЖ сәулеленуді қолдану көп жағдайда құрғату процесін үнемдейді. АЖЖ құрылғылары орташа жылу тасымалдағыштардың болмауына байланысты энергияны талап етуі төмендейді де, электрэнергиясын қолдану арқылы ПӘК-тің мәні 85% - ға жетеді.

Бөлінетін жылу мөлшерін (Q_V) мына өрнекпен анықталады [14]:

$$Q_V = 0{,}555E^2 \cdot \varepsilon \cdot \nu \cdot tg\delta, \qquad (1.2)$$

мұндағы: Е-ішкі электр өрісінің кернеулігі;

ν – жиілік,

ε- диэлектрлік өтімділік;

tgδ – диэлектрлік жоғалудың тангенс бұрышы.

Сонымен қатар, АЖЖ әсер етуімен ылғалды денеге ылғалдың ауысуы термодинамикалық күшпен күшейтіледі:

$$\overline{E} = E - E_p, \qquad (1.3)$$

мұндағы: $\overline{E}$ – термодинамикалық күш;

Е – электр өрісі кернеулігі векторының лездік мәні;

E_p – теңдік мәні.

Осылайша, ылғалдың жалпы ағыны мынаған тең [15]:

$$j = -\alpha_m \rho \nabla u + a_m^T \rho \nabla T - K_P \nabla p - a_m^э \rho_0 \nabla \overline{E}, \qquad (1.4)$$

мұндағы: α_m – ылғалдың диффузия коэффициенті;

a_m^T – ылғалдың термодуффузия коэффициенті;

ρ_0 – абсолютті құрғақ дененің тығыздығы;

u – ылғал;

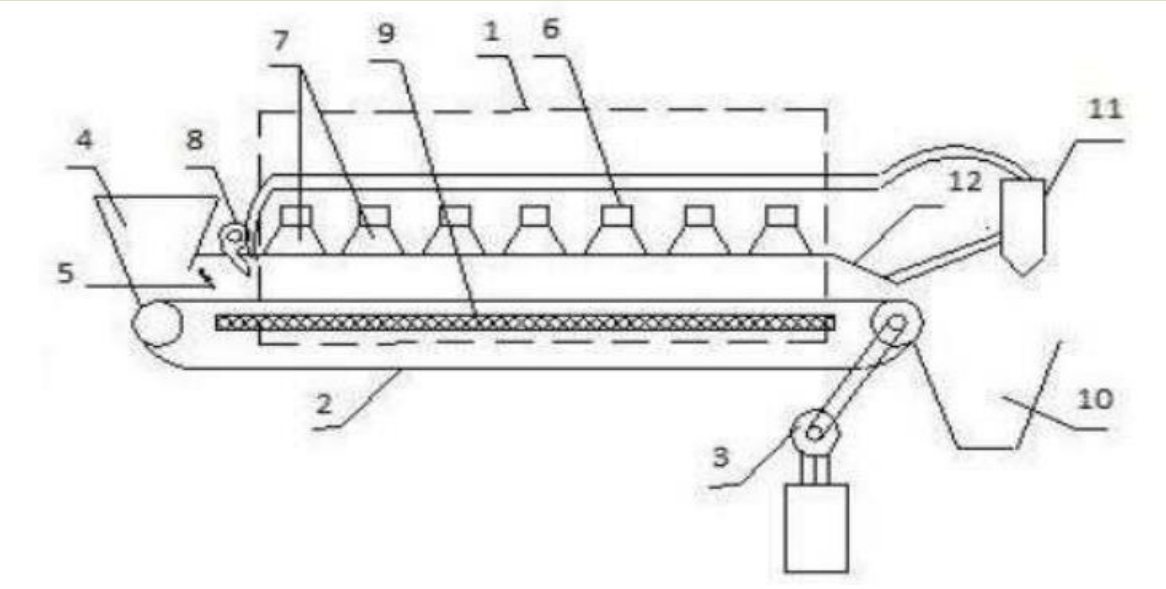
T – температура;

K_P – будың молярлық ауысу коэффициенті;

p – жалпы қысым;

$a_m^э$ – электродиффузия коэффициенті.

Қоңыр көмірді құрғату процесін зерттеу үшін 3×0,35×1,1 м өлшемді өндірістік қондырғы жасап шығарылды, массасы 0,2 т құрайды.



1 – корпусы, 2 – транспортерлі лента, 3 – реттелетін электржетегі, 4 – жүктемелі қондырғы, 5 – реттелетін қақпа клапаны, 6 – магнетрондар, 7 – рупорлы антенналар, 8 – желдеткіш, 9 – көмір, 10–жүктемелі қондырғы, 11 – циклон, 12 – толқынды бағыттаушы.

1.3 Сурет – Көмірді құрғату үшін арналған өндірістік құрылғы

Берілген өндірістік құрылғымен АЖЖ сәулеленуі арқылы көмірді 50 С/мин жылдамдықпен қыздырып талдау жасалды. Сонымен қатар, зерттеу нәтижесінде ылғалды буландырудан соң көмірдегі азоттың жойылуы және күкірт мөлшерінің азаюы байқалған. Және соңғы жану кезінде де токсинді материалдар мөлшері азайған.

Құрғатудың қарапайым тәсілдерінде энергия шығыны 1,8-3,0 кВт*сағ/кг болса, АЖЖ құрғатуынан соң энергия шығыны 1,6-1,8 кВт*сағ/кг дейін төмендеген. АЖЖ құрғатудың мұндай тиімділіктері уақыт бойынша да байқалған. Басқа тәсілдерде құрғатудың конвективті, сублимация және жеке түрлеріне жалпы 8-20 сағат уақыт кетсе, біздің жағдайда, яғни АЖЖ – пен құрғатуда 4 сағатқа дейін қысқарған.

1.3.2 Көмірді бөлшектеу және тазалау процесінде АЖЖ қолдану

Өнеркәсіпте ұсақталған отынды қолдану үлкен көлемді, бөлшектенбеген отынды қолдануға қарағанда аса тиімді, яғни ол реакциялық сипаттамаларды арттыруға мүмкіндік береді және тұрақты жанумен қамтамасыз етеді. АЖЖ энергиясымен көмірді бөлшектеу механизмі ішкі кернеу арқылы жүзеге асады, ол өте жоғары қыздыру кезінде және термиялық жүктеме процестеріне байланысты туындайды. Егер көмір бөлшегіне АЖЖ энергияның 5кВт-тан жоғары қуатыменсәулелендірсе, 2 мин қыздырылғаннан кейін ішкі жарылыстың дыбысы естіледі. Ал келесі 2 минутта сызат пайда болады да, ал 1 минуттан соң көмір майда бөлшектерге бөлініп кетеді.

Бөлшектеудің келесі механизмі төмендегідей түрде жүзеге асады. Көмірді құрғату процессінде жарылулардың пайда болуының негізгі себебі бұл мөлшерде айтарлықтай айырмашылығы бар ылғалдылықтың және температуралық өрістердің болуынан болып табылады. Ылғалды көмірлердің бұл қасиеті бір мезгілде АЖЖ әсерімен көмір бөліктерін сәулелендіргенде ұсақталып шашылған көмірді алу үшін қолданылады. Осы механизмнің мәні мынада: екі диэлектриктің шекараларында электрлік өріс кернеулігінің секірісі пайда болады, ол бөлімнің бетіне әсер ететін және бөлімнің шекарасына нормаль бойымен аз диэлектрлі өткізгіштігі бар орта жаққа бағытталуы қуат күшінің пайда болуына негізделеді. Электр өрісінің бет күштері бөлім шекарасының деформациясын, микрожарылыстарды пайда етеді және бөлшектердің бөлінуне әсер етеді [16].

Көмірді бөлшектеу процесінде АЖЖ энергиясын пайдаланудың негізгі артықшылығы энергия шығынының аз болуБұл көмірді АЖЖ энергиясымен бөлшектеу технологиясы ЖЭС –да үлкен сұранысты тудырады.

1.3.3 Көмірдің жану процесінде АЖЖ қолдану

Электр өрісінің энергиясын жылуға түрлендіру тиімділігі жұмыс жиілігіне және электр өрісі кернеулігінің квадратына пропорционалды түрде өседі. Әдетте, электр өрісінің кернеулігін өз қалауымызша өзгерту мүмкін емес. Демек, нақты энергияны арттырудың мүмкін болатын жалғыз жолымен энергияны түрлендіру бұл – жұмыс жиілігін арттыру. Өндірістік жоғары жиілікті құрылғылар көбінесе 50 МГц-тен төмен жиіліктегі арнайы бөлінген диапазондарда жұмыс жасайды: 13,56 МГц±0,05 %, 27,12 МГц±0,6 %, 40,68 МГц±0,05%. Ал 2450 МГц жиілік диапазоны үшін өте тиімді жоғары жиілікті генераторлар – магнетрондар жасалды.

АЖЖ-типті электр разряды химиялық кинетикаға ерекше күшті әсер етеді. Қаншама зерттеулер нәтижесінде электр разрядының жанудың мынандай сипаттамаларына қатты әсері ететіндігі анықталған: жанудың тұрақты жылдамдығына, жалынның таралу жылдамдығына, жанудың концентрациялық шектеулеріне, жанатын заттың құрамына және т.б. Электрлік өрістің жанудың сипаттамаларына әсер ететін механизмдері келесі түрде болады:

1) «Иондық ағын» иондардың бағытталған қозғалысы мен күш жолақтарынан өтетін бейтарап бөлшектерінен туындайды. Нәтижесінде қоспаның қозғалыс режимі өзгереді, ол оттың таралу жылдамдығы мен формасына, сондай-ақ жанудың массалық жылдамдығы өзгереді.

2) Жалынның температурасын жоғарылату электр өрісінің энергиясын диссипациялауға байланысты, Аррениус заңына сәйкес, химиялық реакция жылдамдығын ұлғайтуға әкеледі [17].

3) электрондардың соқтығысуы арқылы жүзеге асырылатын реакцияға ұшыраған бөлшектердің поляризациясынан электр өрісінің әсері оларды химиялық активациялауға әкеледі.

Микротолқынды плазманың көмір шаңына әсері, ең алдымен, соңғы қарқынды газдандыруға әкеледі, одан әрі бөлшектердің фрагментациясы орын алады, әсіресе төмен сапалы көмірлер үшін,бұл реакция қасиеттерінің ұлғаюының салдары болып табылады. Ғалымдар көмірді өртеу кезінде, әдетте, АЖЖ плазматрондарын ұсынады, мұндағы плазма еркін плазмоидта еркін пайда болады. Оның басқа электрдоғалы плазматрондардан айырмашылығы көмір және мыс электрондарын қажетсінбейтіндігінде. Соның салдарынан $n = 7 \cdot 10^{16}$ 1/м^3 критикалық электрондардың концентрациясы пайда болды, мұның өзі суық шаң-ауа қоспасының ерте тұтануына ықпал етеді (< 300 К). Сонымен қатар, микротолқынды плазмамен жанармайдың өзара әрекеттесу ерекшеліктерін іздеу мақсатында көмір шаңының жануын тұрақтандыру үшін микротолқынды плазматронды қолдану технологиясы АЖЖ плазмасы және практикалық ұсыныстарды өңдеу арқылы зерттелді. Арнайы әзірленген стендтегі эксперименттердің нәтижелері көмірдің жану қарқындылығының едәуір өсуін көрсетеді. Микротолқынды плазма көміртегі бөлшектерінің салыстырмалы түрде қысқа өзара әрекеттесуімен плазмалық алаумен көмірді терең күйдіре бастайды (~0,05 с).

АЖЖ сәулеленудің көмірдің жеке бөліктеріне әсер етуінің артықшылықтары мынандай: импульстердің ұзақтығы және жұмыс циклі көмегімен АЖЖ энергиясын жеткізуді басқару, әрекеттесудің қысқа импульстік сипаты және ұзақ мерзімді релаксациялық процестер бөлшектердің әртүрлі аймақтарына әсер етуге мүмкіндік береді.Ғалымдардың айтуы бойынша, микротолқынды энергияның бөлшектердің жануына әсер етуінің физикалық негізі отын мен оксидант молекулаларының активтендіру шегін азайту болып табылады, және электромагниттік өрістегі осы молекулалардың және жану өнімдерінің көп ұтқырлығына байланысты плазма-химиялық реакциялар кезінде оларды байланыстыру жағдайларын

жақсартады. Плазманың қасиеттерін өзгерту қабілеті, әсіресе, оның микротолқынды өрісте пайда болған кезінде, химиялық реакциялардың жүруіне әсер етеді. Осының салдарынан жану жылдамдығының ұлғаюы, төмен реакциялық отындарда тұтану жағдайларын жақсарту және т.б. мүмкіндігі пайда болды. Микротолқынды энергияның қысқа мерзімді жұтылуына байланысты төмен деңгейлі, әсіресе аз реакциялы, көмірлерді тиімді тұтату жүзеге асады. Ал үздіксіз микротолқынды әсерлесу қалыпты күйде өздігінен жанбайтын жанармай үшін тұрақты жану режимін қамтамасыз етеді.

Жоғарыда айтылғандар төмен сапалы отынды жағу үшін микротолқынды қуатты пайдаланудың негізгі мүмкіндіктерін көрсетеді. Оны практикалық іске асыру үшін, әрине, теориялық және эксперименттік зерттеулер микротолқын энергиясының оның энергоэкономикалық және экологиялық жағынан жағу жағдайларын анықтауды талап етеді.

АЖЖ плазматроны мынандай артықшылықтарға ие:

1) жану жылдамдығының жоғары болуы (электрондарының жылдамдығы бірнеше ондаған мың градусқа жетеді);

2) көмірге әсер ететін плазма энергиясы жоғары концентрацияланған;

3) процесске қатысатын бөлшектердің көптігі (иондар, атомдар, радикалдар);

4) плазмадағы инерцияның төмендігі салдарынан автоматтандырудың қарапайымдылығы.

Ал оның көмірге әсері келесідей процесстерді туғызады: көмірдің ұсақталуы, минералды құраушыларының көмір қабаттарынан бөлінуі, көмір шаңы газификациясы жылдамдығының артуы, механикалық тозудың төмендеуі. Мұндағы бүкіл аталғандар көмір жануының тұрақтылығын арттырады.

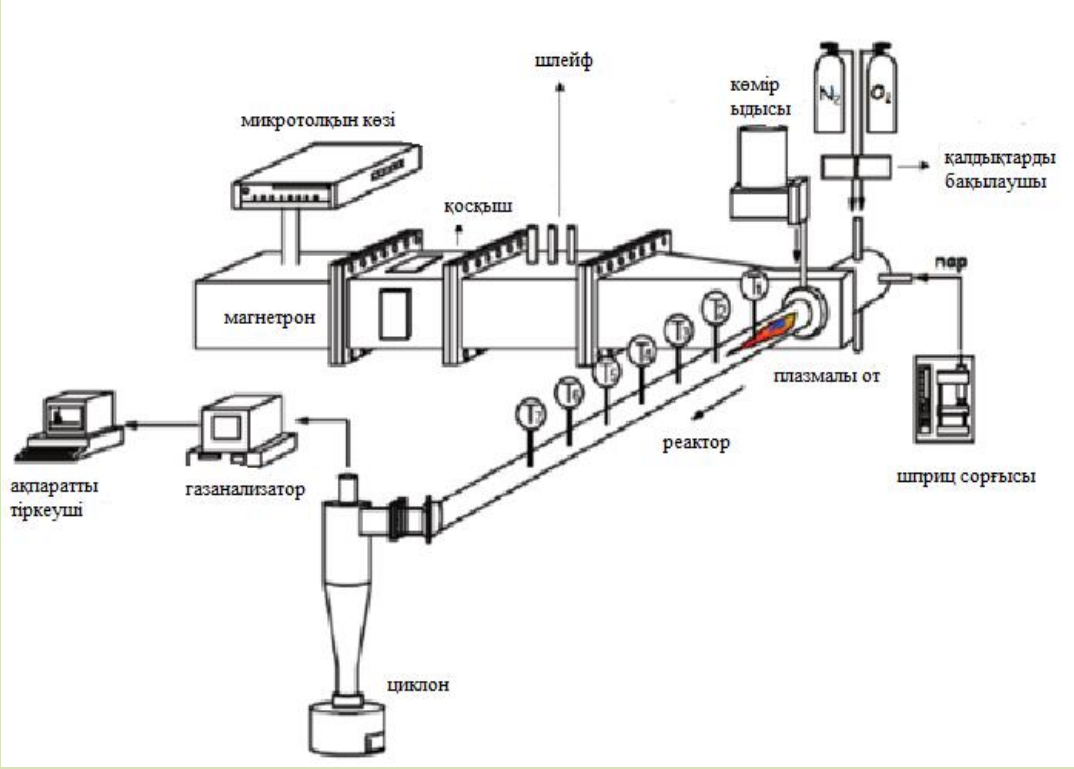
1.4 Зиянды қалдықтарды азайту мақсатында АЖЖ қолдану

Алдын ала плазмалық технологияларды қолдану арқылы көмір жағу экономикалық жағынан тиімді болып табылады. Қалдығы көп, ұшпа заттардың мөлшері аз, сапасы төмен көмірлердің тұтануын жақсарту үшін және олардың жану процесін тұрақты болуы үшін бірнеше шаралар бар. Мәселен, көмірді мейілінше ұсақ ұнтақтау (R = 6-8% дейін), отын мен ауаның қоспасын қыздыру (150-ге дейін) және екінші текті ауаны қыздыра түсу (400-ге дейін), көмір тозаңын жоғары концентрация мөлшерімен бүрку (50 кг/кг) және тозаңды отынға табиғи газ мазутты араластырып жағу сынды процестер сапасыз көмірлерді жағуда септігін тигізуі мүмкін.

Газанализатор көмірдің жарылай тотығуында және көмірде су өнімдерінің ыдырауына байланысты CO (11%) және H_2 (3%) құрауыштарының пайда болуын көрсетеді. Бұл жоғары температуралы микротолқынды плазмада көмірдің жану кезінде $C + H_2O \rightarrow CO+H_2$ реакциясының өнімдерін алудың негізгі мүмкіндігін көрсетеді. Қуаты 2 – 5

кВт болатын АЖЖ – генераторы негізіндегі соңғы жұмыста көмірді газдандыру процесін жүзеге асыру мен сутегімен байытылған синтез-газды алу ұсынылады. Газдардың үлкен шығарындарына байланысты көмірдің тікелей жануы экологиялық және экономикалық тұрғыдан шығынды технология болып табылады. Сондықтан көмірді пайдалану әдістерінің бірі оны газдандыру болып табылады. Конвекциялы газдандыру көмірдің ішінара тотығу реакциясы арқасында жүзеге асады, сол үшін оттегінің үнемі болуын талап етеді. Микротолқынды газификацияның артықшылықтарының бірі – бұл процестің микротолқынды плазманың жоғары температурасы есебінен қамтамасыз етілуі және оттегіні қолдану қажет емес. Бірақ кейде микротолқынды плазмамен қамтамасыз етілген және көмірді газдандыруға қажетті калория мөлшері төмендейді, сондықтан оттегі есебінен жартылай тотығу үшін жағдай жасауды талап етеді. Микротолқынды плазмалы газификацияның тағы бір артықшылығы, жоғары қысымдағы конвекциялық өңдеумен салыстырғанда, оны атмосфера қысымында өткізуге болады. Осыларды қорытындылай келе, процесс құны төмендейді де, ауа сүзгішті қажет етпейді. Сонымен қатар, осыған дейін конвекциялық газификацияда қолдану қиын болған төмен сапалы көмірді пайдалану мүмкіншілігі туады.

Алайда, қазіргі кезде микротолқынды газификацияда плазма түзуші газдың көптеген (азот пен ауа қоспасы түріндегі) түрі қолданылады, ол синтетикалық газды сұйылтады және оның калориясын төмендетеді, сондай-ақ оны электрэнергия, синтетикалық отын және химиялық өнімдер өнеркәсібінде пайдалану кедергі келтіреді.



1.4 Сурет – Газ синтезін алуға арналған АЖЖ-плазматронының сұлбасы

Сондықтан көмірден газ алуды АЖЖ плазмотермиялық процесс бу қолдану арқылы жүзеге асыруды ұсынады. Бу газ синтезінің калориясын жоғарылатады да, изотопты бөлінуін оңайлатады, сонымен қатар, алынған синтетикалық газда сутегі мөлшерін 60% - ға дейін көтеруге мүміндік береді. Мұндай булы плазмалы жалынның максимальды температурасы, оптикалық эмиссиялық спектроскопия әдісі бойынша, осьтік сызық бойымен $6500^0 \pm 200^0$ К болады, ал электрондардың критикалық концентрациясы шамамен алғанда $8 \cdot 10^{14}$ $см^{-3}$. Азот плазма түзуші газ ретінде қолданылса, ал оттегі тұтандырушы рөлін атқарады. Екі газ түрі де масса шығынын бақылаушы көмегімен реттеледі. 1.1-кестеде микротолқынды плазмалы өртеу кезінде алынған синтетикалық газдың мәліметтері көрсетілген.

1.1 Кесте – Газ синтезі құрамының көрсеткіштері

Газ синтезінің құрамы	Концентрациясы	Литр/ мин	Моль/сек	Эмиссия энергиясы (кВт)
H_2	0,398	1313	0,977	279,2
CO	0,320	1056	0,786	222,4
CO_2	0,182	600	0,446	-
H_2O	0,003	10	0,007	-
N_2	0,097	320	0,238	-
Жалпы саны	1	3299	-	501,6

Алынған мәліметтер: кіріс қуаты (90кг/сағ) мен АЖЖ- генераторының қуаты (60кг/сағ) сәйкесінше (487,2кВт + 70кВт + 38кВт) 595 кВт құрайды (1.4 сурет). Ал газ синтезінің энергиясы кестеде көрсетілгендей 501,6 кВт-қа тең. Сонда, кіріс қуатынан 595 кВт газ синтезінің жылу энергиясы 501,6 кВт шығарылады. Нәтижеде, сутегімен байытылған газ синтезінің (суық газ) ПӘК-і 84% құрайды. Мұндай процесс кезіндегі АЖЖ – генераторының жиілігі 915 МГц –ке тең, ал максимальды қуаты – 75 кВт [19].

АЖЖ сәулеленуін қолданатын бірқатар елдер (Қытай, Үндістан) су – көмір отынды (СКО) микротолқынды өңдеу үшін зертеулер жүргізді. Бұл әдіс су – көмірлі суспензияға (СКО) АЖЖ өрісінің әсері ньютон емес ортаның жалған пластикалық қасиеттерін арттыруға негізделген, яғни жылжу жылдамдығының артуы кезінде көмір тұтқырлығы азаяды. Мұндай жағдайда су-көмірлі суспензия құбыр өткізгіш бойымен оңай таралады, ал ағын сипаттамаларын күшейту нәтижесінде құбыр өткізгіштердің эрозиясы төмендейді. Ең басты артықшылығы су – көмірлі суспензияның микротолқынды өңдеуі сұйықтық ішінде көмірдің ультрафиалды ұсақталуына әкеледі, осыған байланысты, химиялық диспергаторлық қоспаларды қолдануға деген қажеттілік төмендейді.

Осы әдіс негізінде кейбір зерттеулер су – көмірлі қытай отынының концентрациясының арту қабілетін дәлелдейді. Суспензия құрылым арқылы өтетін микротолқындар оның ішкі ылғалдылығын және нақты бетін азайтады.

Бұл су – көмірлі отында көмірдің реологиялық сипаттамаларын әлдеқайда жақсаратады және концентрациясын арттырады. Осылайша, су – көмірлі отында көмірдің алғашқы концентрациясы 58,23 % болса, АЖЖ сәулеленуінен соң 62,14 % (450 Вт, 60 с) болды. Ал бастапқы қуат 79,8 Па болса, конвекциялық өңдеуден соң 42,4 Па – ға, ал микротолқын әсерінен соң 36,4 Па – ға төмендеді.

Ал кейбір елдерде күкірт деңгейін төмендету арқылы ультратаза отынды алудың зерттеулері жүргізілген. Ультратаза көмір технологиясыотынды майдалау тәсілін қолданады, сосын оның күлділік деңгейі 1% – дан төмендегенше химиялық ерітінділермен өңдейді. Бірақ әр түрлі ертінділермен өңдеу кезінде химиялық әдісті ғана ұсынбайды, физикалық микротолқынды және ультрадыбысты әрекеттесулер де қолданылады.

Американдық ғалымдар Мессбауэрдің спектроскопия әдісі негізінде зерттеулер жүргізді. Нәтижеде, 915 МГц және 2,45 ГГц жиілігінде 1 минут ішінде көмірді микротолқынды өңдеу бейорганикалық күкіртті пирротинге айналдырады. Ал Қытай ғалымдары осы әдіс негізінде көмірді микротолқынды сәулелендіру ішкі пириттің (FeS_2) бірмезгілде екі фазаға айналуын көрсетті: троилитке (FeS) және пиритке ($Fe_{1-x}S$, $0 < x \leq 0{,}125$). Қорытындыда, АЖЖ өрісімен көмірді өңдеу нәтижесінде (2,4 ГГц және 1,5 кВт) 30, 60, 80, 100 секундта бейорганикалық күкіртті қышқылдандыру тиімділігі сәйкесінше 5, 24 ,40, 44 %- ға жетті.

Қытайда, Түркияда және Оңтүстік Африкада микротолқынды және химиялық әдістермен күлсіздендіру және десульфаттау мақсатында көмірді өңдеу кезінде мынандай нәтижелерді көрсетті:

1) Микротолқынды сәулелендіру және қышқылды жуу әдісімен (100 с) бейорганикалық күкірт толығымен (97 %) жойылды;

2) Қышқылмен және спиртпен көмірді сұйылту және АЖЖ өрісімен өңдеу (2,45 ГГц) арқылы күкірт мөлшерін 55-70 % - ға төмендетті;

3) Химиялық әдістерді байланыстыру арқылы үш көмірді микротолқынды (280Вт, 30 мин) және ультрадыбысты (500 Вт, 70 мин) сәулелендіру арқылы органикалық күкірт мөлшерін 51,6; 45,6 және 23,4 %-ке дейін төмендетуге мүмкіндік береді;

4) 12 минутта 700 Вт қуаттағы АЖЖ сәулеленуі, 15 сағатта 600 ^{0}С температурада сүзу құрғатуы кезінде, HNO_3 ерітіндісін қолдану арқылы (135 мл концентрациялы) және 79,26 %-ға, NaOH ерітіндісін қолданумен (80 мл концентрациялы) күкірт мөлшерін 47,1 % -ға дейін төмендетуге болады.

2 ЕСЕПТЕУ БӨЛІМІ

Микротолқынды электр беру желісі электромагниттік ауытқулардың таралу аймағын шектейтін және белгілі бір бағытта электромагниттік энергия ағымын басқаратын құрылғы болып табылады. Тарату бағыттары электр магниттік тербелістердің көзі мен электр жеткізу желісіндегі жүктеменің өзара орналасуымен анықталады. Электромагниттік тербелістердің көзі, мысалы, электр беру магистраліне қосылған, генератор немесе қабылдағыш антенна немесе электр магниттік энергияның бір бөлігін басқа электр беру желісінен немесе кез-келген микротолқынды құрылғыдан таңдап алатын электр беру желісінің қозғаушы құрылғысы болуы мүмкін.

Электр беру желісінің жүктемесі электромагниттік энергияны (мысалы, жылуға), радиациялық (таратушы) антеннаны, қабылдағыштың кіріс схемаларын және т.б. түрлендіретін құрылғы болуы мүмкін.

Микротолқынды құрылғыларға микротолқынды электр беру желілері мен түрлендіргіштер, қосқыштар, сүзгілер, клапандар және т.б. кіреді. Микротолқынды қондырғылардың жиынтығы белгілі бір жолмен микротолқынды трактты құрайды.

Байланыс желілері пайдаланылатын толқын түрлеріне қарай жіктеледі: көлденең электромагниттік толқынмен (Т–толқын) электр беру желілері; магниттік толқыны бар электр беру желілері (Н–толқыны); электр толқындарымен электр желісі (Э–толқын); гибридті толқынмен электр жеткізу желілері.

Электр байланыс желісі – бұл белгілі бір бағытта электромагниттік энергияның ағымын басқаратын құрылғы. Электр беру желілері электромагнитті энергияны тұтынушыдан, мысалы, таратқыштан антеннадан және антеннадан қабылдаушы құрылғыға ауыстыруға, сондай-ақ жекелеген бөлшектер мен радио қосылыстарды жалғауға қызмет етеді.

ЭБЖ сегменттерінің негізінде көптеген микротолқынды элементтер мен радиотехникалық қондырғылар әзірленді

Іс жүзінде пайдаланылатын электр жеткізу желілерін екі класқа бөлуге болады: ашық электр тарату желілері мен толқындық жолдар.

Ашық электр тарату желілерінде электромагниттік өріс желіні қоршаған кеңістікпен байланыстырады. Толқын бағыттауыштарда электромагниттік өріс сыртқы ортаның металл қабығымен қорғалған кеңістікте шоғырланған.

Бұл бөлімнің мақсаты төртбұрышты толқын бағыттаушы арқылы өтетін электромагнитті өрістің сипаттамаларын есептеп, нәтижелерін стандарт көрсеткіштермен салыстыру болып табылады.

Құрылғылар мен байланыс жүйелеріндегі электромагниттік толқындар белгілі бір жол бойымен таралуы және аз шығындармен тағайындалған жерге жетуі керек. Бұл қызметті байланыс жүйесі немесе толқын бағыттаушылар деп аталатын бағыттаушы жүйелер атқарады.

Бағыттаушы жүйелер мына талаптарды қамтамасыз етуі керек:

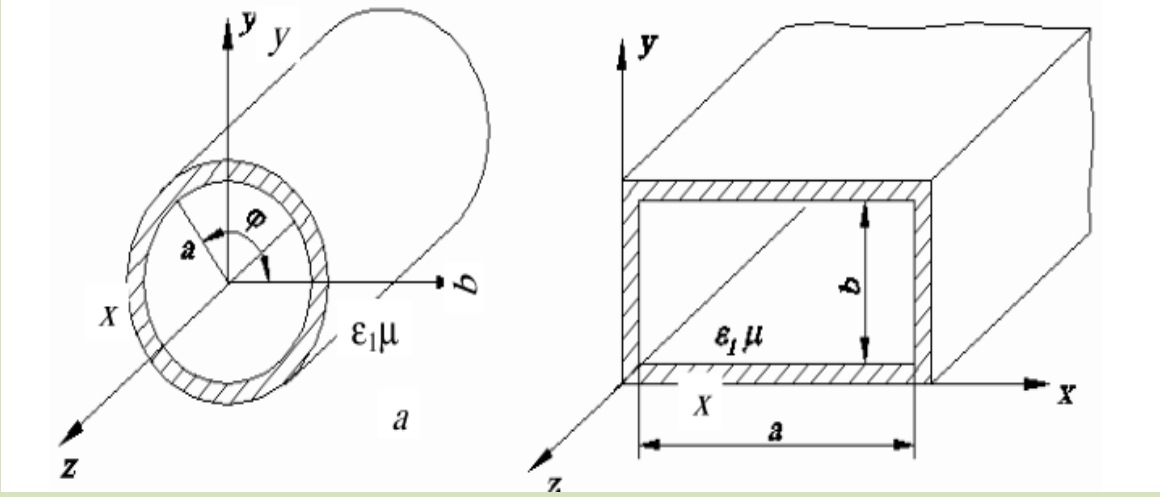
- аз мәнді өшулік;

- берілген қуатпен қамтамасыз ету;
- экономикалық үнемділік (жеңіл салмақ, қол жетімді материалдар, қарапайым құрылымдылық және өндіріс технологиясы).

Бағыттаушы жүйелердің мынадай құрылымдары қолданылады:
- екі өткізгішті желі;
- коаксиальды кабель;
- беттік толқын желілер;
- металлдық толқын бағыттаушылар.

Жабық типті байланыс жүйесінің ең көп қолданылатын негізгі түрлері: коаксиальды, төртбұрышты, дөңгелек және эллипсті толқын бағыттаушылар. Бұл байланыс жүйелері мынадай артықшылықтарға ие: өте кең жолақты, арзан бағалы және жасалуы жағынан қарапайым, үлкен қуатты байланыс үшін жоғары электрлік төзімділікке ие, қызмет көрсетуінің ұзақтығы, механикалық әрекеттерге тұрақтылығы және энергияның жоғалуы.

Толқын ұзындының сантиметрлі және миллиметрлі диапазондарында байланыс желісінің негізгі типі төртбұрышты толқын бағыттаушылар болып саналады (2.1 сурет).



2.1 Сурет – Дөңгелек және төртбұрышты толқын бағыттаушылар

Толқын бағыттаушы қуыс металл түтігінен тұрады, ал оның қабырғалары өткізгіштігі жақсы мыс немесе жез сияқты материалдардан жасалады. Толқын бағыттаушыны коррозиядан қорғау мақсатында күмістің жұқа қабатымен немесе коррозияға тұрақты алтын немесе никель сияқты металлдармен жабылады.

Бұл жұмыста R100 типті төртбұрышты толқын бағыттаушы қолданылады (параметрлері ГОСТ 20900 – 75 бойынша):

a=23 мм – толқын бағыттаушы арнасының ұзындығы;

b=10 мм – толқын бағыттаушы арнасының биіктігі;

s=1 мм – қабырға қалыңдығы.

Жиілік диапазоны:
f_1=8.2 ГГц; f_2=12,47 ГГц

2.1 Байланыс желісінде таралатын электромагнитті толқындар

Бағыттаушы жүйелердегі толқынның таралуы электромагнитті өрісті зерттеумен айналысатын ғалымдардың өзекті мәселелерінің бірі болды. Қуыс түтіктегі толқынға қатысты алғашқы зерттеулерді 1897 жылы ағылшын ғалымы Реле жүргізген болатын. Осы тақырып бойынша бағыттаушы құрылғылардың негізгі теорияларын енгізген кеңес ғалымдары: Г.В. Кисунько, А. А. Самарский, А.Н. Тихонов, Л.А. Вайнштейн және т.б.

Байланыс жүйесінің түріне байланысты оларда электромагнитті толқындардың 4 класы таралады:

- бойлық немесе Т – типті толқындар (бойлық – электромагнитті немесе ТЕМ – типті толқындар);
- электрлік немесе Е – типті толқындар толқындар (бойлық – магнитті немесе ТМ – типті толқындар);
- магниттік немесе Н – типті толқындар;
- гибридті толқындар [20].

Толқын класстары параллель бағыт бойынша таралатын бойлық құраушыларының E_Z және H_z болуымен я болмауымен анықталады. Классификация бойынша екі принципі қолданылады: бойлық бетте қандай вектор жатқаны көрсетіледі (ТЕМ, ТМ), я болмаса көлденең бетте қандай вектор жатқаны көрсетіледі (Е және Н). Толқын типі толқын бағыттаушының бойлық бетіндегі өрістің максимум немесе минимум саны бойынша анықталады және индекстерінде екі санмен көрсетіледі (E_{01} және H_{11}).

Көлденең толқындардың өрісінде тек қана көлденең электрлі және магнитті құраушылар ғана болады. Таралатын электромагнитті толқындар (ТЕМ) толқынының таралу коэффициенті толқын бағыттаушыда әрдайым осы бағыттау жүйесі толтырылған ортада тең болады. Көлденең жазықтықтағы ТЕМ толқынының электрлік құраушыларының құрылымы осы жүйенің электростатикалық өрісіне ұқсас болады. Демек, қимадағы ТЭМ толқындық өрісінің құрылымы жиілікке тәуелді емес, ал ТЭМ толқыны электростатикалық өріс мүмкін болатын осындай бағыттаушы жүйелерде ғана таралуы мүмкін.

Бұл толқындарда E_Z немесе H_Z көлденең құраушыларының бірі болады. Е-типті немесе электрлік толқындар электрлік, яғни Е және Н көлденең құраушыларына ие. Ал Н – типті немесе «магниттік» толқындар бойлық магниттік құраушыларға H_Z және Е және Н көлденең құраушыларға ие. Кейбір жағдайларда гибридті ЕН толқындары пайда болады. Олар толқын бағыттаушыда бірнеше ортадан пайда болады.

Байқауымызша, электр байланыс желілерінде oz осі осы желі бойында таралатын электромагниттік толқындардың таралу бағытына сәйкес келеді. Т-толқындар тек екі еселенген немесе көбейтілген байланыс желілерінде болуы

мүмкін (ашық жолдарда және толқын бағыттаушыларда). Е және Н толқындары бір байланысты және көп байланысты толқын бағыттаушылардың әртүрлі көлденең қималарында, ал гибридтік толқындар әртүрлі типтегі біркелкі емес электр тарату желілерінде болуы мүмкін.

Кез келген бағыттаушы жүйеде толқынның көптеген түрлері болады (Е және Н класстары), олардың саны жұмыс толқынының ұзындығына $\lambda_р$ байланысты. Алайда, электромагниттік толқындардың толқын бағыттаушыда тарала алмайтын толқын ұзындығының бір аймағы бар (кесу аймағы), яғни жұмыс толқынының ұзындығы $\lambda_р$ негізгі толқын типінің критикалық ұзындығынан үлкен немесе тең болған жағдайда $\lambda_{кр}$ ($\lambda_р \geq \lambda_{кр}$). Толқын бағыттаушыдағы толқынның негізгі типі максимальды критикалық толқын ұзындықты толқын деп аталады.

2.2 Е және Н – толқындарының теңдеулер жүйесі

Байланыстыру теңдеуі Максвелл теңдеулерінің трансформациясы нәтижесінде алынады және мінсіз өткізгіштердің беттеріндегі электр өрісінің беріктігі вектордың тангенді құраушысы үшін шекаралық шарт болып саналады: $\dot{E}_r = 0$

$$rot\vec{H} = j\omega\varepsilon_a\vec{E},$$

$$rot\vec{E} = -j\omega\mu_a\vec{H}, \qquad (2.1)$$

$$div\vec{H} = 0,$$

$$div\vec{E} = 0.$$

Декарттық координаттар жүйесі үшін Е және Н толқындарына арналған қосылыс теңдеуі келесідей:

Е – типті толқындар үшін:

$$\dot{E}_x = (-jK/\chi^2)\partial\dot{E}_z/\partial x,$$

$$\dot{E}_y = (-jK/\chi^2)\partial\dot{E}_z/\partial y, \qquad (2.2)$$

$$\dot{H}_x = (j\omega\varepsilon_a/\chi^2)\partial\dot{E}_z/\partial y,$$

$$\dot{H}_y = (-j\omega\varepsilon_a/\chi^2)\partial\dot{E}_z/\partial x.$$

Н – типті толқындар үшін:

$$\dot{E}_x = (-j\omega\mu_a / \chi^2)\partial \dot{H}_Z / \partial y,$$

$$\dot{E}_y = (j\omega\mu_a / \chi^2)\partial \dot{H}_Z / \partial x, \qquad (2.3)$$

$$\dot{H}_x = (-jK / \chi^2)\partial \dot{H}_Z / \partial x,$$

$$\dot{H}_y = (-jK / \chi^2)\partial \dot{H}_Z / \partial y.$$

мұндағы: К – толқын бағыттаушыдағы Е және Н-толқындарының бойлық толқындық нөмірі,

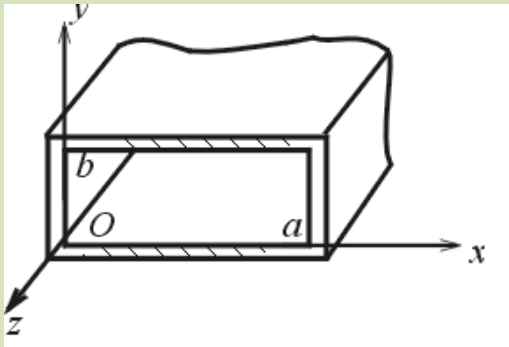
χ – көлденең толқын сан.

$$k^2 = \vec{K}^2 + \vec{\chi}^2, \qquad (2.4)$$

$$\vec{K} = \pm\sqrt{k^2 - \vec{\chi}^2}. \qquad (2.5)$$

а) тікбұрышты толқынды бағыттаушыдағы Е – толқыны үшін теңдеулер жүйесі

Толқынды бағыттағы жазықтықтың таралуын толқынды бағыттаушы қабырғаларында берілген шекаралық шарттардағы Максвелл теңдеулер жүйесін шешу арқылы табуға болады.



2.2 Сурет – Тік бұрышты толқынды бағыттаушының байланыс жүйесінің координаты

Бұл жағдайда толқынды бағыттаушының жоғарғы және төменгі қабырғалары жазықтықта орналасқан y=0 және y=b, ал бүйірлік қабырғалары жазықтықта x=0 және x=a.

Теңдеу бойынша:

$$\nabla^2{}_{\perp}\Psi(\zeta,n)+\chi^2\Psi(\zeta,n)=0, \qquad (2.6)$$

декарттық жүйеде координаттар келесі түрде болады:

$$\partial^2\Psi(x,y)/\partial x^2+\partial^2\Psi(x,y)/\partial y^2+\chi^2\Psi(x,y)=0, \qquad (2.7)$$

(2.7) теңдеуін біріктіру кезінде Фурье әдісін қолданамыз. Функцияны $\Psi(x,y)$ екі функцияның өнімі $X(x)$ және $Y(y)$ ретінде көрсетеміз, олардың әрқайсысы бір ғана кеңістіктік өзгеріске тәуелді:

$$\Psi(x,y) = X(x)Y(y), \qquad (2.8)$$

Талдауды орналастырамыз және орындаймыз:

$$Y(y)\partial^2X(x)/\partial x^2+X(x)\partial^2Y(y)/\partial y^2+\chi^2X(x)\partial^2Y(y)=0, \qquad (2.9)$$

Дифференциалдан (2.9) қарапайымдарға өтіп, оны мерзімді өнімге бөлеміз:

$$(1/X(x))d^2X(x)/dx^2+(1/Y(y))d^2Y(y)/dy^2=-\chi^2, \qquad (2.10)$$

(2.10) теңдеуінің бірінші мүшесін k_x^2 тұрақты коэффициентіне теңестіреміз, ал екіншісін k_y^2-ке теңестіреміз. Мұндай жағдайда (2.10) теңдеуі үш түрлі қарапайым теңдеулер түрінде болады:

$$d^2X(x)/dx^2+k_x^2X(x)=0, \qquad (2.11)$$

$$d^2Y(y)/dy^2+k_y^2Y(y)=0, \qquad (2.12)$$

$$k_x^2+k_y^2=\chi^2. \qquad (2.13)$$

(2.11) және (2.12) теңдеулері қарапайым біртекті екінші реттік дифференциалдық теңдеулер болып табылады, ал олардың шешімдері экспоненциалды немесе тригонометриялық функциялардың және тұрақты коэффициенттердің комбинациясы болып табылады.

(2.11) теңдеуінің шешімі қарастырылып жағдайда мынандай түрде болады:

$$X(x) = C\cos(k_x x) + D\sin(k_x x), \qquad (2.14)$$

(2.14) өрнегіндегі C, D және k тұрақты сандарын анықтау үшін шекаралық шарты қолдау қажет: $\dot{E}_r = 0$

Декарттық координаттар жүйесінің таңдалған орналасуының шекаралық шарты $\dot{E}_r = 0$ толқынды бағыттаушы қабырғаларға қатысты мынадай құраушыларға $\dot{E}_z$: $E_z = 0$ түрленеді: x=0, x=a, y=0, y=b.

(2.14) теңдеуіне қатысты x = 0 және x = a болған кезде теңдеудің оң жағы нөлге тең болуы керек.

Бірінші шарт, егер C=0 болған жағдайда, ал екіншісі $k_x = m\pi/a$ болғанда ғана орындалады, мұндағы m – кез келген оң сан; a – толқын бағыттаушының кең қабырғасының көлденең өлшемі. Шекаралық шартты қолдана отырып, (2.14) теңдеу мына түрге келеді:

$$X(x) = D\sin(k_x x) = D\sin((m\pi/a)x), \qquad (2.15)$$

(2.12) теңдеуімен осындай аналитикалық операцияларды жүргізу кезінде мынандай нәтиже аламыз

$$Y(y) = B\sin(k_y y) = B\sin((n\pi/b)y), \qquad (2.16)$$

мұндағы: B – тұрақты коэффициент;

$k_y = n\pi/b$ – тұрақты коэффициент;

n – кез келген оң сан;

b – толқын бағыттаушының тар қабырғасының көлденең өлшемі.

(2.15) және (2.16) мәндерін (2.8) теңдеуіне қойсақ:

$$\Psi(x,y) = BD\sin((m\pi/a)x)\sin((n\pi/b)y), \qquad (2.17)$$

(2.17) теңдеуін $\dot{E}(\zeta,n,z) = E(\zeta,n)A^E\exp(-jKz)$ өрнегіне қойсақ B, D және A мәндерін E_0 түрінде алсақ толқын бағыттаушыдағы E – типті толқынның электр өрісі кернеулік векторының көлденең құраушылары үшін соңғы толқындық теңдеуді аламыз.

$$\dot{E}_z(x,y,z) = E_0\sin((m\pi/a)x)\sin((n\pi/b)y)\exp(-jKz), \qquad (2.18)$$

Төртбұрышты толқын бағыттаушыда Е – толқынының электр және магнит өрісі кернеулік векторының көлденең құраушыерін анықтау үшін байланыс теңдеулерін қолдану мақсатынд $\partial \dot{E}_z/\partial y$ және $\partial \dot{E}_z/\partial x$ туындыларын табу қажет. Есептеу үшін х және у бойынша (2.18) теңдеуін жеке диффернециалдаймыз:

$$\partial \dot{E}_z/\partial x = (m\pi/a)E_0 \cos((m\pi/a)x)\sin((n\pi/b)y)\exp(-jKz),$$

$$\partial \dot{E}_z/\partial y = (n\pi/b)E_0 \sin((m\pi/a)x)\cos((n\pi/b)y)\exp(-jKz).$$

(2.18) өрнегінің талдауы бойынша Е-толқынының *m* и *n* бүтін сандары нөлге тең болмау керек, қарсы жағдайда Е және Н толқынының барлық құраушытарының векторлары нөлге айналады.

Есептелген туынды мәндерін байланыс теңдеуіне қайсақ, Е және Н көлденең-магнитті толқындарының (Е-типті) құраушытарының векторлары үшін мынандай теңдеулер жүйесін аламыз:

$$E_x = -jE_{0x}\cos(k_x x)\sin(k_y y)\exp(-jKz) = -jE_x(x,y)\exp(-jKz)$$

$$E_y = -jE_{0y}\sin(k_x x)\cos(k_y y)\exp(-jKz) = -jE_y(x,y)\exp(-jKz)$$

$$\dot{E}_z = E_{0z}\sin(k_x x)\sin(k_y y)\exp(-jKz) = E_z(x,y)\exp(-jKz)$$

$$\dot{H}_y = -jH_{0y}\cos(k_x x)\sin(k_y y)\exp(-jKz) = jH_y(x,y)\exp(-jKz)$$

$$\dot{H}_z = jH_{0z}\cos(k_x x)\cos(k_y y)\exp(-jKz) = H_z(x,y)\exp(-jKz)$$

$$\dot{H}_z = 0 \qquad (2.19)$$

мұндағы: $E_x(x, y)$, $E_y(x, y)$, $E_z(x, y)$, $H_x(x, y)$, $H_y(x, y)$ – $\vec{E}$ және $\vec{H}$ векторларының ампоитудасы;

E_{0x}, E_{0y}, E_{0z}, H_{0x}, H_{0y} – амплитуданың максималды мәндері.

ә) толқын бағыттаушыдағы Н – толқыны үшін теңдеулер жүйесі

Е – типті толқын теңдеуінен Н – толқын теңдеуінің айырмашылығы шекаралық шартты қолдануында. Мәселе мынада, Е – толқындар E_zқұраушысы үшін тікелей шекаралас шарттарға айналдырылған теңдеу, бұл жағдайда қосарлы теңдеулер жүйесі арқылы жанама түрде ғана пайдалануға

болады. Сонымен қатар, шекаралық шарттар тікелей H_Z құраушысы үшін алынуы мүмкін, бірақ олардың жеке туындылары үшін ғана $\partial H_z/\partial y$ және $\partial H_z/\partial x$. $y=0$ және $y=b$ болған жағдайда, E_x эквивалентті, ал E_y $x=0$, $x=a$ болғанда ғана эквивалентті болып есептеледі.

$$y=0,\ y=b \text{ болғанда, } \partial H_z/\partial y=0,$$

$$x=0,\ x=a \text{ болғанда, } \partial H_z/\partial x=0$$

Осы шекаралық шарттарды қолдану арқылы (2.6) теңдеуін шешкенде магнитті толқынның H_z құраушылары үшін теңдеу мына түрде болады:

$$\dot{H}_z(x,y,z) = H_0\cos((m\pi/a)x)\cos(n\pi/b)y)\exp(-jKz) \qquad (2.20)$$

(2.20) теңдеуі бойынша m және n бүтін сандары бөлек нөлге тең болуы мүмкін.

Жеке туындыларын тапқан соң $\partial H_z/\partial y$, $\partial H_z/\partial x$, алынған мәндерді байланыс теңдеуіне қою арқылы Е және Н магнитті толқындарының (Н-типті) құраушытарының векторлары үшін мынандай теңдеулер жүйесін аламыз:

$$E_x = -jE_{0x}\cos(k_x x)\sin(k_y y)\exp(-jKz) = -jE_x(x,y)\exp(-jKz),$$

$$E_y = -jE_{0y}\sin(k_x x)\cos(k_y y)\exp(-jKz) = -jE_y(x,y)\exp(-jKz),$$

$$\dot{E}_z = 0$$

$$\dot{H}_x = jH_{0x}\sin(k_x x)\cos(k_y y)\exp(-jKz) = jH_x(x,y)\exp(-jKz),$$

$$\dot{H}_y = -jH_{0y}\cos(k_x x)\sin(k_y y)\exp(-jKz) = jH_y(x,y)\exp(-jKz),$$

$$\dot{H}_z = jH_{0z}\cos(k_x x)\cos(k_y y)\exp(-jKz) = H_z(x,y)\exp(-jKz), \qquad (2.21)$$

2.3 Толқын бағыттаушыдағы электромагнитті өрістің сипаттамаларын есептеу

R100 типті төртбұрышты толқын бағыттаушының параметрлері ГОСТ20900 – 75 бойынша:

a=23 *мм* = 2,3*10^{-2} *м*;

b=10 *мм* = 1*10^{-2} *м*;

s=1 мм = $1*10^{-3}$ *м*

Жиілік диапазоны:

f_1 = 8.2 ГГц

f_2 = 12,47 ГГц

Толқын бағыттаушының толқын ұзындығын анықтаймыз:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \qquad (2.22)$$

мұндағы: $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_a \cdot \mu_a}}$ – шексіз ортада еркін таратылатын толқындардың жылдамдығы (толқын бағыттаушы жағдайында $c = 3 \cdot 10^8$ м/с);

f – жиілік диапазонының шеткі мәндері

$$\lambda_1 = \frac{3*10^8}{8{,}2*10^9} = 3{,}6585*10^{-2}\ м.$$

$$\lambda_2 = \frac{3*10^8}{12{,}47*10^9} = 2{,}4057*10^{-2}\ м.$$

б) Әр типті E_{mn} және H_{mn} өрісі және критикалық толқын ұзындығымен сипатталады:

$$\lambda_{кр} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}}, \qquad (2.23)$$

мұндағы: a – толқын бағыттаушы арнасының ұзындығы;

b – толқын бағыттаушы арнасының биіктігі;

E_{11} толқыны үшін m=1, n=1;

H_{10} толқыны үшін m=1, n=0;

H_{01} толқыны үшін m=o, n=1.

$$\lambda_{KP1} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{1}{2{,}3*10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{1}{1*10^{-2}}\right)^2}} = 1{,}8072*10^{-2}\ м,$$

$$\lambda_{KP2} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{1}{2{,}3*10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{0}{1*10^{-2}}\right)^2}} = 4{,}6105*10^{-2}\ м,$$

$$\lambda_{КРЗ} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{0}{2{,}3*10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{1}{1*10^{-2}}\right)^2}} = 2*10^{-2}\,м.$$

Егер $\lambda < \lambda_{kp}$болса, онда аталған типті өріс толқын бағыттаушы бойында энергияны беретін толқынды тарататы жазықтық болып табылады. Егер$\lambda < \lambda_{kp}$ болса, онда қарастырылатын типті өріс энергияны толқынды бағыттаушы бойымен тасымалдай алмайтын жергілікті экспоненциалды өшетін өріс болып табылады.

Критикалық толқын ұзындығы ең үлкен мәнге тең болатын өріс практика үшін ең маңызды өріс болатынын есте ұстаған жөн. Берілген мәнінде болуы үшін $\lambda\,(f = c/\lambda)$ тек негізгі және жергілікті өшетін өрістің жүгірме толқындарын көлденең қиманың өлшемдерін келесі теңсіздік бір мезгілде орындалатындай түрде таңдау қажет: $\lambda_{kp1} < \lambda < \lambda_{kp0}$.

в) H_{10} толқынының критикалық жылдамдығы:

$$f_{кр0} = \frac{c}{2a}, \qquad (2.24)$$

$$f_{кр1} = \frac{c}{a},$$

мұндағы: $c = 3 \cdot 10^8\,м/с$

$$f_{кр0} = \frac{3*10^8}{2*2{,}3*10^{-2}} = 6{,}5217*10^9\,(Гц),$$

$$f_{кр1} = \frac{3*10^8}{2{,}3*10^{-2}} = 13{,}0434*10^9\,(Гц).$$

Жұмыс диапазонынан белгілі бір жиілік таңдаймыз: (f_1 =8,2 ГГц, f_2=12,47 ГГц) $f = 8 \cdot 10^9$(Гц) = 8$ГГц$

(2.22) теңдеуімен осы жиіліктегі толқын ұзындығын анықтасақ:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{8 \cdot 10^9} = 3{,}7 \cdot 10^{-2}\,м.$$

г) H_{10} толқынының фазалық жылдамдығын есептейміз:

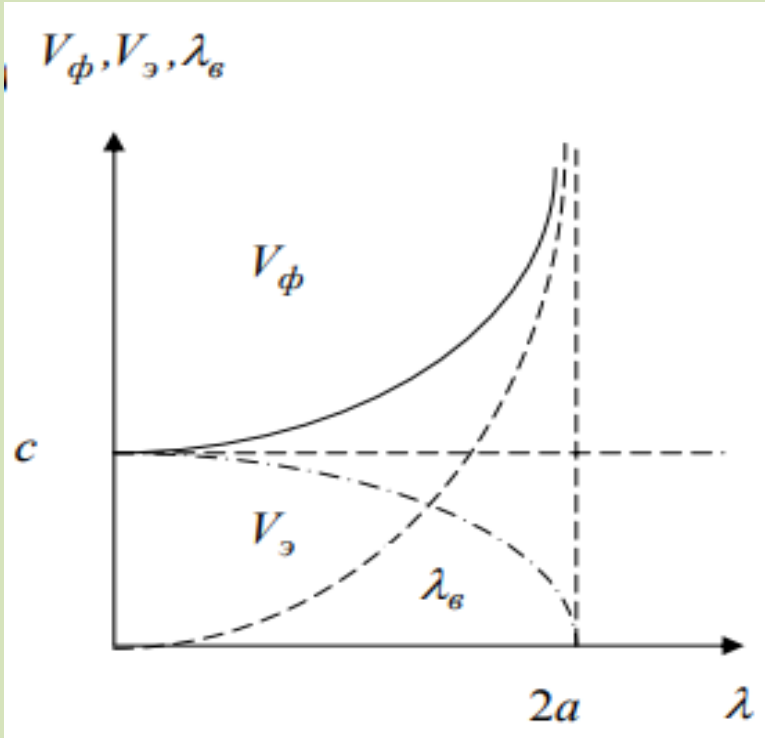
$$v_ф = \frac{c}{\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}}, \qquad (2.25)$$

$$v_ф = \frac{3\cdot 10^8}{\sqrt{1-\left(\frac{3{,}7\cdot 10^{-2}}{4{,}6\cdot 10^{-2}}\right)^2}} = \frac{3\cdot 10^8}{0{,}59} = 3{,}023\cdot 10^8.$$

д) H_{10} толқынының топтық жылдамдығы:

$$v_{гр} = \frac{c^2}{v_ф} = c\cdot\sqrt{1-\left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}, \qquad (2.26)$$

$$v_{гр} = 3\cdot 10^8\cdot\sqrt{1-\left(\frac{3{,}7\cdot 10^{-2}}{4{,}6\cdot 10^{-2}}\right)^2} = 3\cdot 10^8\cdot 0{,}59 = 2{,}977\cdot 10^8\, м/с.$$



2.3 Сурет – $v_{гр}$, $v_ф$ жылдамдықтарының λ толқын ұзындығына тәуелділік сұлбасы

е) толқын бағыттаушыдағы толқынның таралу коэффициентін есептейміз:

$$\beta = k \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}, \tag{2.27}$$

мұндағы: β – толқын бағыттаушыдағы толқынның таралу коэффициенті;
$\lambda_{кр}$ – критикалық толқын ұзындығы;
k – ортада таралу тұрақтылығы.
k мәнін анықтауда қолданылатын теңдеу:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}, \tag{2.28}$$

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{3{,}7 \cdot 10^{-2}} = 169{,}7.$$

(2.27) теңдеуін есептесек:

$$\beta = \frac{6{,}28}{3{,}7 * 10^{-2}} * \sqrt{1 - (\frac{3{,}7 * 10^{=2}}{4{,}6 * 10^{-2}})^2} = 169{,}7 * 0{,}59 = 100{,}123(м^{-1}).$$

ж) H_{10} толқынының сипаттамалық кедергісін анықтаймыз:

$$Z_0 = \frac{\frac{b}{a}\sqrt{\frac{\mu_0}{\xi_0}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2a}\right) \cdot \frac{1}{\xi\mu}}}, \tag{2.29}$$

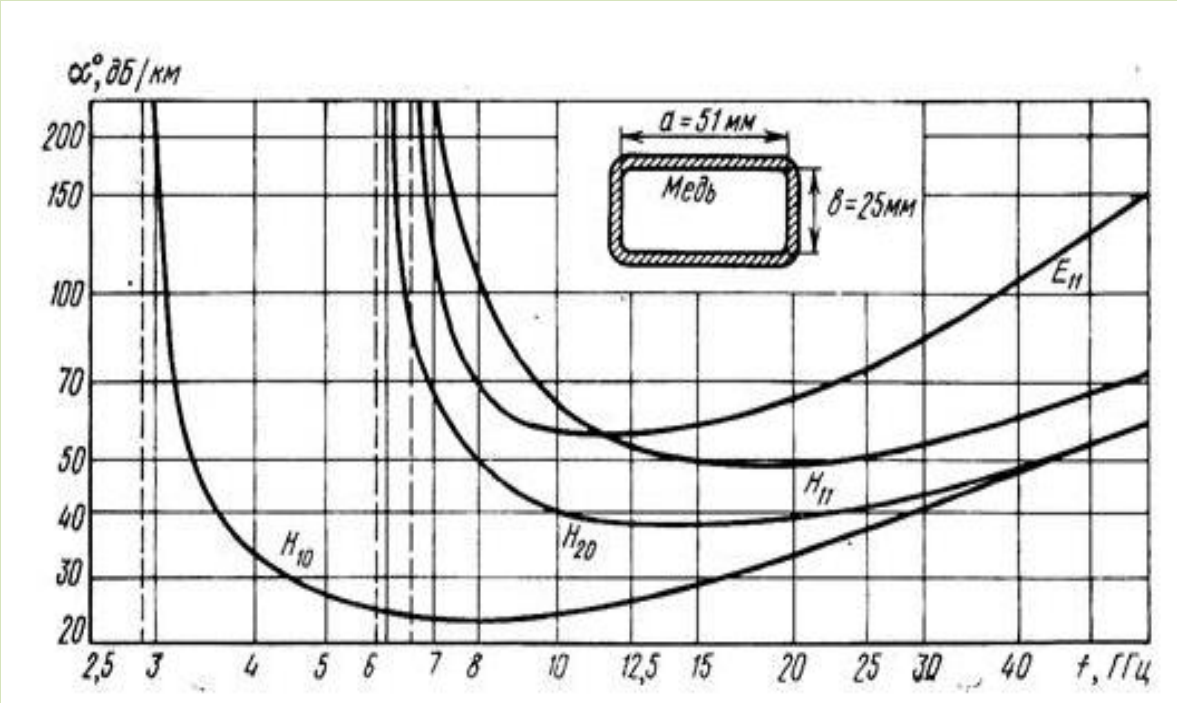
$\mu_0 = 1{,}257 * 10^{-6}\ Гн/м$ - магниттік тұрақтылық,
$\varepsilon_0 = 8{,}85 * 10^{-12}\ Ф/м$ - электрлік тұрақтылық,
$\mu = 1, \varepsilon = 1.$

$$Z_0 = \frac{\frac{1*10^{-2}}{2{,}3*10^{-2}}\sqrt{\frac{1{,}257*10^{-6}}{8{,}85*10^{-12}}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0{,}037}{2*0{,}023}\right)^2 \cdot \frac{1}{1*1}}} = 275{,}6562 Ом.$$

з) $\lambda = 3{,}7*10^{-2}$м жұмыс диапазонындағы H_{10} толқыны үшін өшулік коэффициенін анықтаймыз. Бұл H_{10} толқыны толқын бағыттаушыда таралудың мына шарттарын қанағаттандырады: $\lambda_{кр1} < \lambda_0$, $\lambda_{кр3} < \lambda_0$, $\lambda_{кр2} > \lambda_0$.

$$\alpha_{H_{10}} = \frac{A\left[1+\left(\frac{\lambda_0}{2a}\right)^2 \frac{2b}{a}\right]}{Z_0 b\sqrt{1-\left(\frac{\lambda_0}{2a}\right)^2}} \qquad (2.30)$$

$$\alpha_{H_{10}} = \frac{1\cdot\left[1+\left(\frac{0.037}{2\cdot 2,3\cdot 10^{-2}}\right)^2 \frac{2\cdot 1\cdot 10^{-2}}{2,3\cdot 10^{-2}}\right]}{271,1\cdot 1\cdot 10^{-2}\sqrt{1-\left(\frac{0.037}{2\cdot 0.046}\right)^2}\left(\frac{\left(1\cdot 10^{-2}\right)^2\cdot 1^2}{\left(2,3\cdot 10^{-2}\right)^2}+1^2\right)} \frac{1}{20\lg e} = 0.123 дБ/м$$



2.4 Сурет – Өшу коэффициентінің жиілікке тәуелділігі

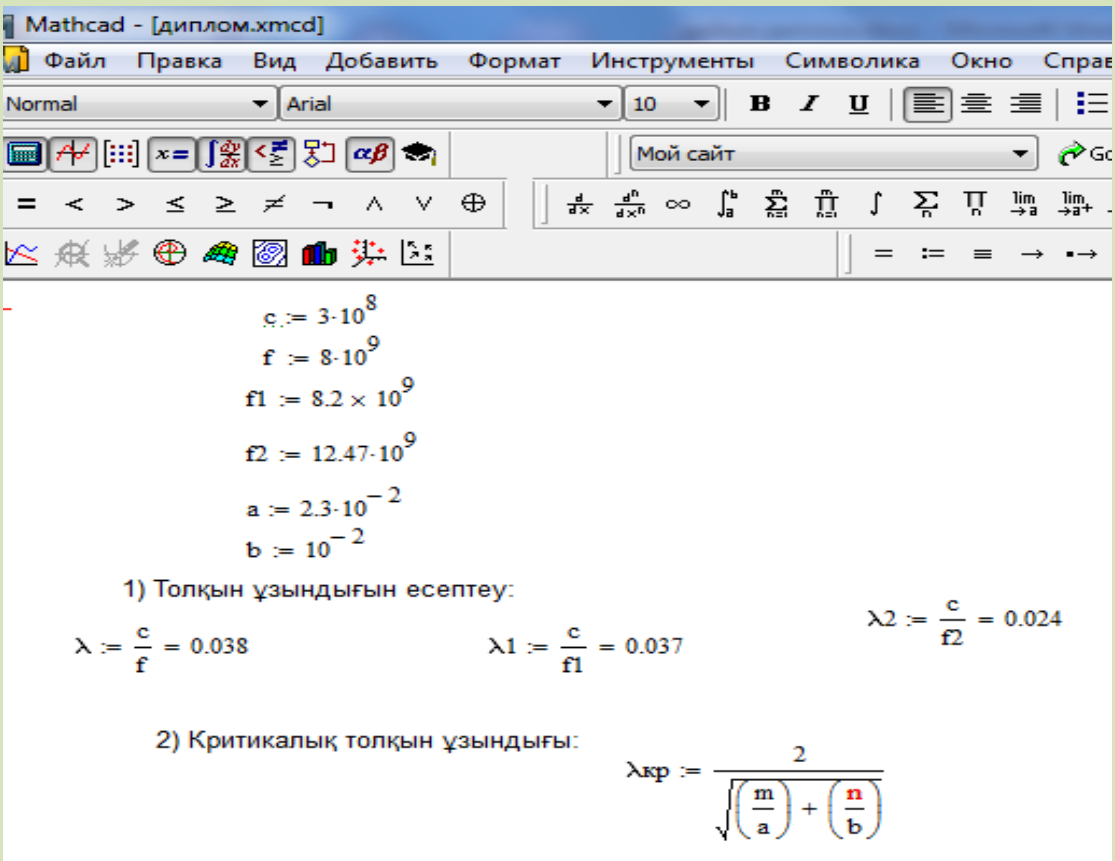
2.1 Кесте – Есептелген деректерді стандартты мәндермен салыстыру

Толқын бағыттаушының параметрлері және ішкі толқындар	Стандартты сандар	Есептелген сандар	Дәлдік
Толқын ұзындығының жоғарғы шек ауқымы, м	$3,71*10^{-2}$	$3,6585*10^{-2}$	$\gamma = 1.61\%$
Толқын ұзындығының төменгі шек ауқымы, м	$2,44*10^{-2}$	$2,4057*10^{-2}$	$\gamma = 1.45\%$
Толқындардағы топтың таралу жылдамдығы, м/с	$1,77*10^{8}$	$1,77*10^{8}$	$\gamma = 0$

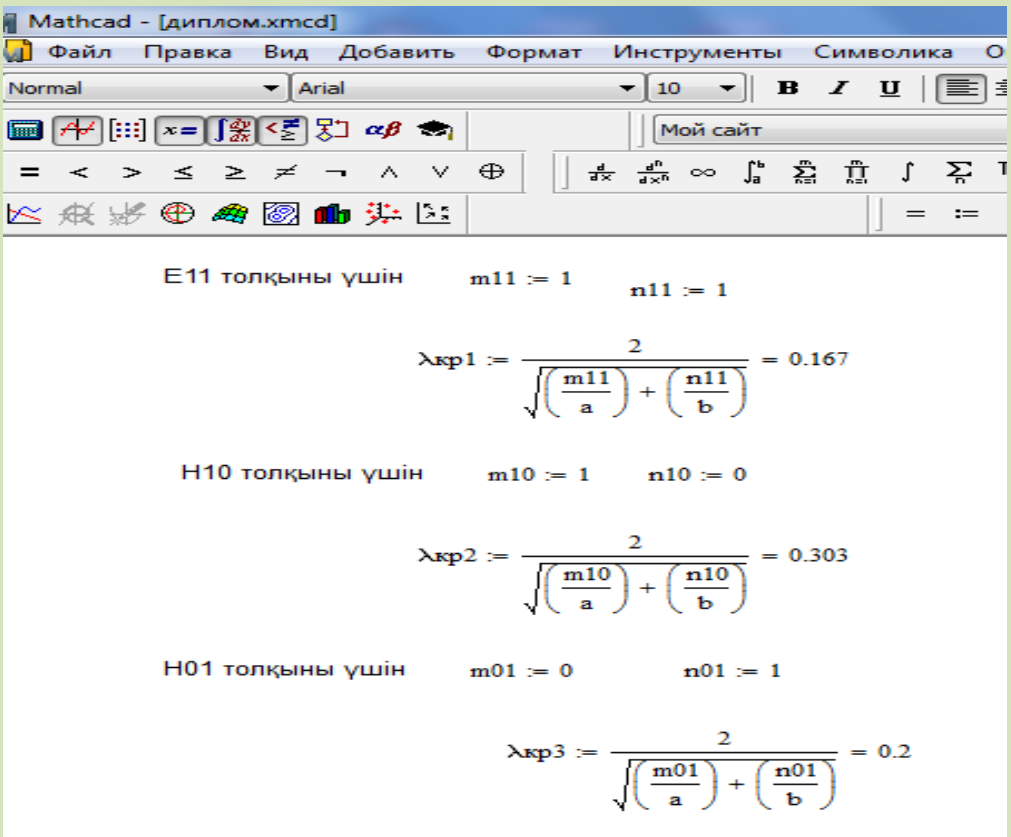
2.1 кестенің жалғасы

Толқындардың көшіру фазасының жылдамдығы, м/с	$5{,}01*10^{8}$	$5{,}0847*10^{8}$	$\gamma = 1.12\%$
Толқын бағыттауыштағы толқынның әлсіреу коэффициенті, дБ/м	0,12	0,123	$\gamma = 2.4\%$
Толқындардың таңбалық қарсылығы, Ом	279,66	275,6562	$\gamma = 1.95\%$
Толқындардың бөлу коэффициенті, 1/м	105,12	100,123	$\gamma = 4.75\%$
Сындарлы толқын ұзындығы, м	$4{,}71*10^{-2}$	$4{,}6105*10^{-2}$	$\gamma = 2.11\%$
Сындарлы жиілік, ГГц	6,65	$6{,}5217*10^{9}$	$\gamma = 2.61\%$

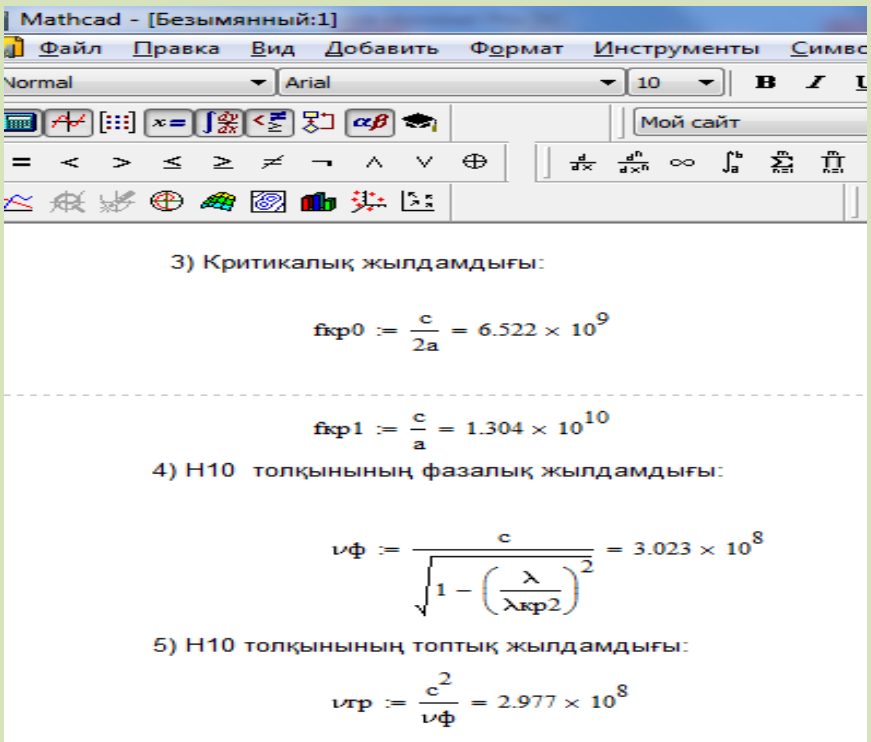
Есептеу бөлімінде алынған нәтижелер стандартқа сәйкес толқын баыттауыштағы электромагниттік өрістің параметрлерін және сипаттамаларын қанағаттандырады.



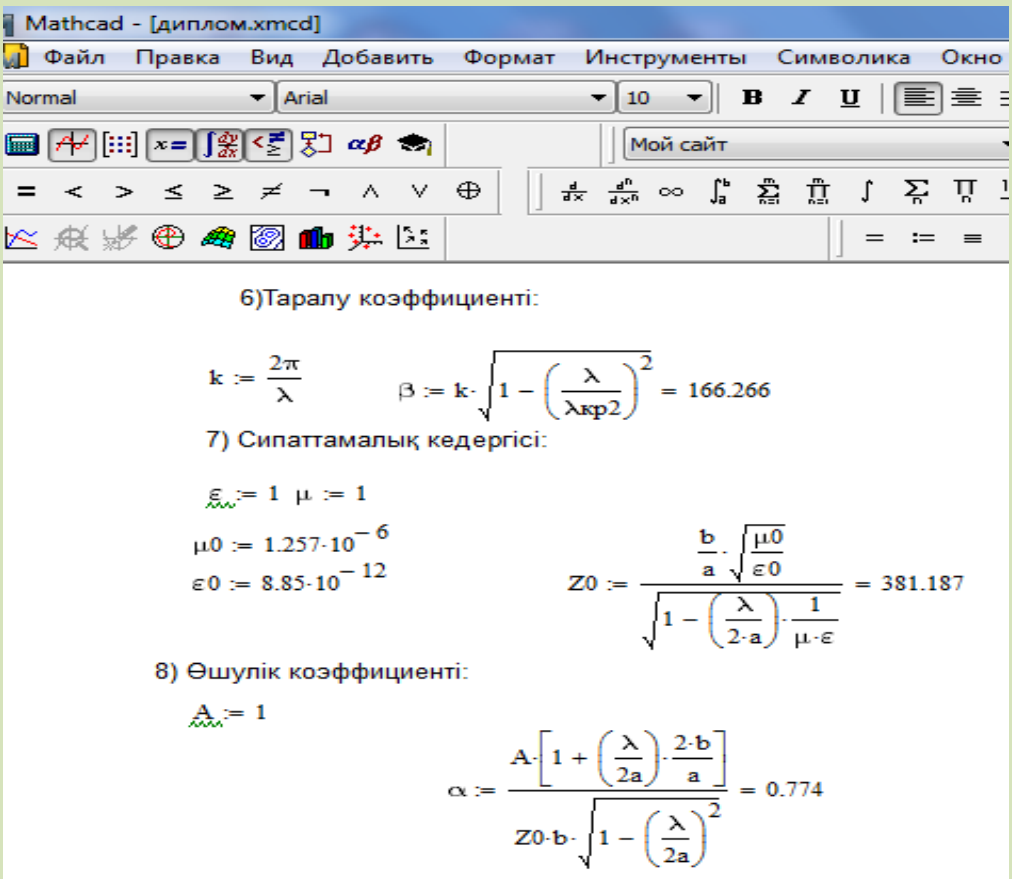
2.5 Сурет – Толқын ұзындығының Mathcad бағдарламасында есептелуі



2.6 Сурет – Критикалық толқын ұзындығының Mathcad бағдарламасында есептелуі



2.7 Сурет – Критикалық жылдамдықтың және өшу коэффициентінің Mathcad бағдарламасында есептелуі



2.8 Сурет – Сипаттамалық кедергінің және өшулік коэффициентінің Mathcad бағдарламасында есептелуі

3 ӨМІР ТІРШІЛІГІ ҚАУІПСІЗДІГІ БӨЛІМІ

3.1 Еңбек жағдайын талдау

Дипломдық жобаның тақырыбы аса жоғары жиіліктің қатты отынға әсерін зерттеу болып табылады.

Көмір әмбебап отын болып табылады. Себебі, оны жағуға, пиролизден сұйылтуға, газ күйіне айналдыруға және химиялық өндірісте кеңінен қолдануға болады. Сонымен қатар көмір қазып алуға, тасымалдауға, сақтауға, қолдануға да қолайлы отын. Оның тығыздығы жану процесін тездетеді (шамамен 30мДж/кг). Көмір өндірісте қол жетімді болғандықтан, басқа отындармен салыстырғанда бағасы да тиімді.

Көмір – әлемде ең көп тараған энергетикалық ресурс. Ол табиғатта кездесетін органикалық заттардың табиғи баяу шірінінен қалыптасқан өнім болып табылады. Тас көмірлер құрамында 12% ылғалдылық болады (ішкі ылғалдылық 3-4%), сондықтан да олардың жану жылуы жоғарырақ. Ал құрамында ұшпа заттар 32% жуық, сол себептен олар жеңіл тұтанады. Олар 3 км тереңдікте қоңыр көмірден түзіледі.

Қазіргі таңда көмірді көп жерлерде қолданады, Оны электр энергиясын өндіруде (энергетикалық көмір), металлургияда (коксті көмір) шикізат ретінде, химиялық өндірісте, сирек кездесетін элементтерді өндіруде, графит өндіруде қолданады. Қазірде Қазақстанда электр энергиясының 85% пайызы дерлік жылу электр станцияларынан өндіріледі, ал онда негізгі жанатын отын түрі көмір болып табылады.

Жер қойнауындағы болжанған көмір болжанған көмір шамамен 14,8 трлн тоннаны құрайды. Ал әлемдегі өндіріске қолданылатын көмір қоры 1 трлн тоннадан асады. Сонымен қатар, көмір өндірісі мұнай немесе газ өндірісімен нарықтық бәсекеде басымдық көрсете алады, себебі көмір әлемнің әрбір континентінде, әрбір аймағында өндіріліп, қолданылатын қол жетімді отын түрі.

Қазақстандағы энергетикалық балансында тас көмір мен қара көмір көп. Тас көмірдің жоғары жану жылуы 2400 кДж (5740 ккал/кг) және ұшпа заттар деңгейі 15%. Көмірді ұзақ уақыт тұтынып келе жатқанымызға қарамастан, оны экологиялық және экономикалық тұрғыда тиімді жағу мәселесі әліде қиындық туғызып тұр. Әрі көмір уақыттың өтуіне байланысты бір түрден екінші түрге күрделі байланыспен ауысып отырады және оны кез келген түрде жағуға болады.

Энергияға деген қажеттіліктің күрт өсуі адамзат пен өндіріс салаларынан қоршаған ортаға шығатын зиянды қалдықтар есебінен экологиялық қауіп туды. Сондықтан міндетті түрде олардың концентрациясын, ауаға таралу мөлшерін бақылап, зерттеулер жүргізіледі.

Көмір – күрделі табиғи зат. Сондықтан оның қасиеттерін теория арқылы сипаттау мүмкін емес, тек эмперикалық сипатталады. Қазіргі уақытта

көмірдің жылу техникалық қасиеттері мен қарапайым құрамын анықтауға арналған таңдаулы әдістер бар.

Көмірдің негізгі органикалық химиялық элементтері көміртек, сутек, оттек, күкірт және азот болып есептеледі. Оған қоса көмірді келесідей құрылымдық бөлшектерге бөлуге болады: байланысқан көміртек (C) + жану қалдығы (A_c) + ұшпа заттар (V) + ылғалдылық (W) = 100 %.

Көмір құрамындағы негізгі органикалық заттар битумды, гуминді қышқылдар және қалдық көміртектер түрінде берілген. Битум көмірді еріткіштермен экстракциялау жолымен алынады. Гуминді қышқылдар өткір сілтілерде ериді. Қалдықты көміртек сілтілерде ерімейді және орын ауыстырмайды. Гуминоидты қышқылдар көбінесе қоңыр көмірлерде кездеседі, ал олар тас көмірлерде кездеспейді деп айтуға болады. Бұл қоңыр көмірдің органикалық қосылыстары жоғары молекулалық қосылыстар болып табылады. Тас көмірлер ірі молекулаларды құрайтын ароматикалық құрылымнан тұрса, керісінше, қоңыр көмірлердің құрамында алифатикалық бірліктер көп. Тас көмірлердегі көміртегінің ароматикалық атомдарының мөлшері метоморфизм деңгейіне байланысты жанған көмірде 80 %-дан бастап, антрациттер 100%-ға дейін ұлғаяды. Метоморфизм мөлшері тас көмірлер үшін C:H атомдық қатынасы 1:1 қатынасындай (бензол мен метилнафталин секілді), ал антрациттер үшін 2:1 қатынасына тең (төменгі молекулалық көміртегі, коронен $C_{24}H_{12}$ секілді).

Көмір құрамындағы күкірт темір дисульфиді (FeS_2), темір сульфаты (Fe_2SO_4) және органикалық күкірт түрінде, 3 күйде кездеседі. Негізінен күкірт мөлшерінің 30-50% органикалық күкірт болып табылады. Көмірді өңдеу кезінде перитті және органикалық топтарды құрайтын күрделі процестер жүзеге асырылады, оның нәтижесінде күкіртті сутек (H_2S) бөлініп шығады. Қоршаған ортаға антропогендік әсерді төмендету мақсатында энергетикалық кешенде жануға байланысты іргелі зерттеулер жүргізу қажет. Соған сәйкес төмендегі сұрыпты қатты отындарды жағу процесін жақсарту үшін жаңа технологиялық процестерді ұйымдастырып, отын түрлеріне талдау жасау керек. Мұндай шаралар қоршаған ортаға шығатын зиянды қалдықтың төмендеуін және ЖЭС оралықтарының негізгі көрсеткіштерін көтеруін қамтамасыз етеді.

Осылайша, тозаңды отынды жағатын құрылғылардың технологиясын зерттеу және әртүрлі отындарды жағу процесін тиімді ұйымдастыру әдісін қолдану қазіргі таңдағы Қазақстан Республикасының энергетикалық кешендерінің өте маңызды мәселесі болып табылады. Тозаңды көмірді және басқа да баламалы отын түрлерін өндіру шаралары – ол шығарылатын зиянды қалдықтың меншікті мөлшері рұқсат етілген нормативті шартпен бекітілген қатаң экологиялық талаптарды қанағаттандыру керек.

Мемлекетіміздегі талаптарға сәйкес көміртек оксиді, күкірт және азот оксидінің шекті рұқсат етілген концентрациясы келесі шарттан анықталатын:

$$\frac{C_{CO}}{ШРК_{CO}} + \frac{C_{NOx}}{ШРК_{NOx}} + \frac{C_{КБ}}{ШРК_{КБ}} \leq 1, \qquad (3.1)$$

(ШРК– Шекті рұқсат етілетін концентрация)

Қатты отындардың құрамында болатын барлық заттар күрделі молекула органикалық күйде кездеседі. Қатты және сұйық отын құрамындағы күрделі қосылыстарды сапалы сараптау үшін күрделі зертханалық жұмыс атқарылуы тиіс. Сондықтан да отынның құрамын байланыс түрінде емес, жеке химиялық құрылымымен сипатау ыңғайлы, мәселен: көмірек (С), сутек (Н), ұшпа күкірт ($S_Л$), оттек (О), азот (N), сонымен қатар қалдық (А) және ылғалдық (W) [21].

Қатты отынның жанатын элементтеріне көміртек, сутек және күкірт (органикалық және пиритті) жатады. Осы элементтермен оттек және азот байланысып отынның ішкі байланысын түзеді. Ал қалдық және ылғалдық отынның сыртқы балластын құрайды. Қатты және сұйық отындардың негізгі жылу бөлгіштігін сипаттайтын жанғыш элемент – көміртегі (С). Оның меншікті жану жылуы жоғары (34,1 МДж/кг) және сәйкесінше көміртек қатты отынның массалық үлесінде 40-70%; ал мазуттың құрмында 90 % құрайды.

Отындардың ішіндегі келесі маңызды элемент бірі – сутегі. Оның меншікті жану жылуы көміртегіге қарағанда жоғары (120,5 МДж/кг), алайда сутегі отын құрамында аз мөлшерде (қатты отындарда 15 %, ал мазутта (10-11%) ғана болады. Сондықтан көмірді жаққан кезде көбінесе көміртек бөлінеді.

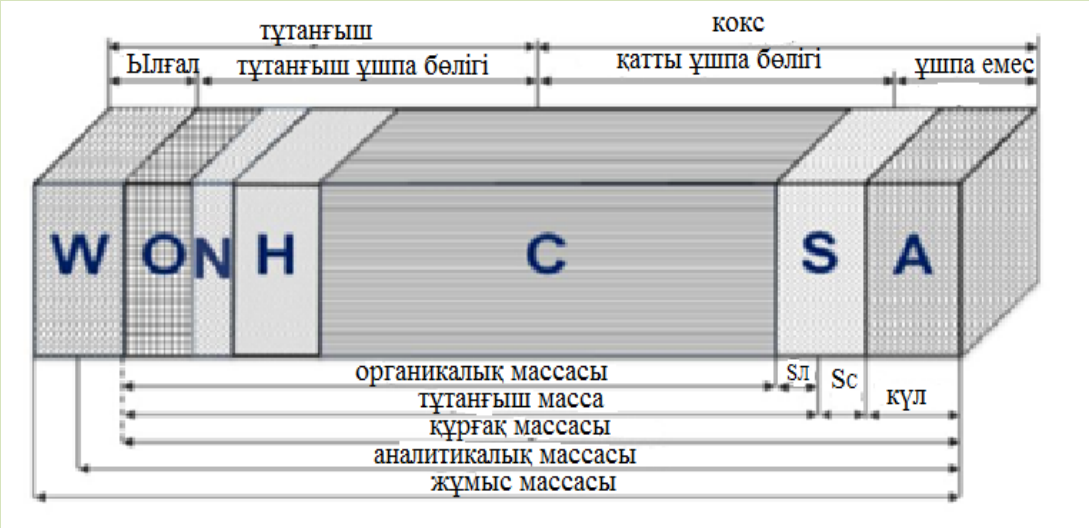
Күкірт оксиді. Күкірт отын құрамында кішкене мөлшерде кездеседі (0,3 3% көмір мен мазутта), бір жағынан олардың меншікті жылуы да жоғары емес (9,3МДж/кг). Сондықтан да күкіртті жанғыш элемент ретінде есептемейді. Әдетте көмір құрамындағы күкірт үш түрде кездеседі: органикалық S_o, пиритті, (немесе сульфидті) S_p және сульфатты $SS0_4$.

Органикалық күкірт көмір құрамында күрделі молекулалық байланыс түзеді деп есептеледі. Ал пиритті күкірт металл сульфиді түрінде кездеседі, мәселен FeS2 (пирит немесе темір колчедан), $CuFeS_2$ (халькопирит немесе мыс колчедан). Органикалық және пиритті күкірт қосылып жанғыш (ұшпа) күкірттерін қалыптастырады. Сульфаттардағы күкірт ($CaSO_4$, $MgSO_4$, $FeSO_4$ және т.б.) оттекпен жоғары байланысқан күйде, сондықтан болса керек олардың әрі қарай тотығуы да жүзеге аспайды. Әрі сульфаттар көмірдің минералды қоспасы ретінде қалдықтың құрамында да кездеседі.

Күкірт жанған кезде күкіртті ангидрид SO_2 және аз мөлшерде күкірт ангидриді SO_3 түзіледі. Күкірт ангидриді жанған заттар құрамындағы сулы бумен қосылысқа түсіп күкіртті қышқыл буын түзеді. Аталмыш қышқылды бу жылутехникалық құрылғыларда конденсацияланып оны төменгі температуралы күкіртті қышқылдық коррозияға ұшыратады. Одан басқа, күкірт оксиді және күкірт қышқылдарының буы атмосфераны улап, өсімдіктер мен тірі ағзаларға зиянын тигізеді.

Сол себептен де күкірт отын құрамындаы жағымсыз элемент болып табылады. Отынның жанатын элементтерімен байланысқан (органикалық байланысқан) оттек пен азот отынның меншікті жану жылуын кемітіп ішкі балласты түзеді. Инертті газ болып табылатын азот (N) жоғары температурада оттекпен байланысып жоғары токсинді оксид түзеді NO_X. Азот оксидінің жер бетінде рұқсат етілген концентрациясы 0,085 мг/м^3. Ал отынды жаққанда азот қалдығын NO_X мейлінше азайту әлемдік деңгейдегі өзекті мәселе.

Қатты отынның құрамын грфикалық суретпен көрсетуге болады(3.1 сурет).



3.1 Сурет – Отынның құрамындағы элементтер

Көмірді жағу арқылы электр энергиясын өндіруде, жылу шығаруда, металл өндіруде қолданады және керісінше ол қоршаған ортаға экологиялық залал келтіреді. Қазіргі таңдағы энергетикалық салның даму деңгейінде әлем бойынша таза көмірді өндіру технологиясы үздіксіз даму үстінде. Мұның басты мақсаты – көмірмен жұмыс атқаратын өндіріс орындарынан шығатын қалдықтарының мөлшерін мейлінше азайту бағытында атқарылып жатқан шаралар.

3.2 Қатты отындардан шығатын шығынды есептеу

Дипломдық жобада барынша қоршаған ортаға қаншалықты әсер етуін зерттеп, оларды залалсыздандыру жағдайларын, тиімді жақтарын қарастыру қажет. Сол мақсатта Алматы 1-ші жылу электр орталығындағы БКЗ-160-100 қазандық қондырғыда қатты отында жаққан кезде бөлінетін зиянды заттардың концентрациясын қарастырамыз. Алматы 1-ші ЖЭО қаланың орталық бөлігінде орналасқан 33 гектарлық аумақты алып жатыр. Станция тұрмыстық - коммуналды және өнеркәсіпті орталықтандырылған жылумен қамтудың негізгі көзі болып табылады. Алаң оңтүстіктен теріскейге қарай ұзындығы 1200м құрайды, батыс пен шығыс арасы 300-ден 450 метр аралығында.

БКЗ-160-100Ф қазандығы бір барабанды, тік су құбырлы, табиғи айналымы бар, Екібастұз отынын жағу барысында жоғары қысымды бу алуға арналған қазандық қондырғы. БКЗ-160-100Ф қазандығына минималды 80 т/сағ жүктемеге дейін рұқсат етілген.

Есептеу үшін алынған мәліметтер:

- түтін мұржасының саны, N=1 шт;
- түтін мұржасының биіктігі, H=21 м;
- құбыр аузының диаметрі, D=1,5 м;
- газ қоспасының шығу жылдамдығы, ω_0=6 м/с;
- газ қоспасының температурасы, $T_Г$=450^0 С;
- қоршаған ауа температурасы, T_A=25^0 С;
- азот оксидінің шығыны, G_{NO2}=0,2284 г/с; G_{NO1}=0,037 г/с;
- көміртек оксидінің шығыны, G_{CO}=0,821 г/с;
- қатты бөлшектердің шығыны, $G_{ҚБ}$=0,00844 г/с;
- максималды шекті рұқсат етілген конрациялары, ШРК, мг/м^3;
- NO_2=0,2 мг/м^3;
- NO_1=0,4 мг/м^3;
- CO=5 мг/м^3;
- қатты бөлшектердікі = 5 мг/м^3.

Газ қоспасының шығыны V_1 (м^3/с) мына теңдеумен анықталады:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \qquad (3.1)$$

мұндағы: D – құбыр аузының диаметрі, м;

ω_0 – газ қоспасының шығу жылдамдығы, м/с.

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 1{,}5^2}{4} \cdot 6 = 10{,}603 м^3/с.$$

Газ қоспасының қызуы, ΔT (^{0}C):

$$\Delta T = T_Г - T_A, \qquad (3.2)$$

мұндағы: ΔT – шығып жатқан газ қоспасы мен қоршаған ауа температурасының айырмашылығы;

ΔT= 450 – 25=425^{0}C.

f параметрін анықтау:

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^{2\cdot} \cdot \Delta T}. \qquad (3.3)$$

мұндағы: Н – қалдықтың шығу көзінің жер деңгейімен салымтырғандағы биіктігі, м;

$$f = 1000 \cdot \frac{6^2 \cdot 1{,}5}{21^{2\cdot} \cdot 425} = 0{,}288.$$

$v_м$ параметрін анықтайтын теңдеу:

$$v_M = 0{,}65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}, \qquad (3.4)$$

$$v_M = 0{,}65 \cdot \sqrt[3]{\frac{10{,}603 \cdot 425}{21}} = 3{,}89\, м/с.$$

$v'_М$ параметрі:

$$v'_M = 1{,}3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}, \qquad (3.5)$$

$$v'_M = 1{,}3 \cdot \frac{6 \cdot 1{,}5}{21} = 0{,}557\, м/с.$$

m параметрі – құбыр аузынан шығатын газ қоспасының шығу шарттарын есепке алатын, f <100 кезінде есептелетін өлшемсіз коэффициент:

$$m = \frac{1}{0{,}67 + 0{,}1 \cdot \sqrt{f} + 0{,}34 \cdot \sqrt[3]{f}}, \qquad (3.6)$$

$$m = \frac{1}{0{,}67 + 0{,}1 \cdot \sqrt{0{,}288} + 0{,}34 \cdot \sqrt[3]{0{,}288}} = 1{,}054 г.$$

мұндағы: n параметрі f <100 кезінде $v_м$ –ге қатысты анықталады: n=1;

$u_М$ – жер беті деңгейінен 10 м жоғарыдағы желдің қауіпті жылдамдығы f<100 кезінде мына формуламен анықталады:

$$u_M = v_M \cdot \left(1 + 0{,}12 \cdot \sqrt{f}\right), \qquad (3.7)$$

$$u_M = 3{,}89 \cdot \left(1 + 0{,}12 \cdot \sqrt{0{,}288}\right) = 4{,}14\, м/с.$$

d – өлшемсіз коэффициенті f <100 болғанда мына формуламен анықталады:

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_M} \cdot \left(1 + 0{,}28 \cdot \sqrt[3]{f_e}\right), \qquad (3.8)$$

мұндағы: f_e =138,24 Гц

$$d = 7 \cdot \sqrt{2{,}288} \cdot \left(1 + 0{,}28 \cdot \sqrt[3]{138{,}24}\right) = 25{,}917 м.$$

3.3 Газды қоспаларда шығатын зиянды заттардың концентрациясы

Отын жанғаннан соң газды қоспаларда шығатын зиянды заттардың концентрациясы мына формуламен анықталады:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \qquad (3.9)$$

мұндағы: А – атмосфераның стратификациялық температурасына тәуелді коэффициент, А=200;

М – уақыт бірлігінде атмосфераға шығатын заттың массасы;

Ғ – атмосфераға зиянды заттардың жайылу жылдамдығын сипаттайтын өлшемсіз коэффициент, Ғ=1;

η – жергілікті рельеф әсерімен сипатталатын коэффициент, 50м –ден аспайтын жер үшін $\eta = 1$.

Азот оксидінің NO_2 концентрациясын есептеу:

$$C_M^{NO2} = \frac{200 \cdot 1 \cdot 0{,}2855 \cdot 1{,}097 \cdot 1 \cdot 1}{21^2 \cdot \sqrt[3]{10{,}603 \cdot 425}} = 0{,}0839 \text{ мг/м}^3.$$

Азот оксидінің NO концентрациясын есептеу:

$$C_M^{NO} = \frac{200 \cdot 1 \cdot 0{,}037 \cdot 1{,}097 \cdot 1 \cdot 1}{21^2 \cdot \sqrt[3]{10{,}603 \cdot 425}} = 0{,}000469 \text{ мг/м}^3.$$

Көміртек оксидінің СО концентрациясы:

$$C_M^{CO} = \frac{200 \cdot 1 \cdot 0{,}81 \cdot 1{,}097 \cdot 1 \cdot 1}{21^2 \cdot \sqrt[3]{10{,}603 \cdot 425}} = 0{,}011 \text{ мг/м}^3.$$

Қатты бөлшектердің концентрациясын есептеу:

$$C_M^{КБ} = \frac{200 \cdot 0{,}315 \cdot 2 \cdot 1{,}097 \cdot 1 \cdot 1}{21^2 \cdot \sqrt[3]{10{,}603 \cdot 425}} = 0{,}00844 \text{ мг/м}^3.$$

Атмосфера құрамының негізгі физикалық сипаттамасы оның концентрациясы және ол атмосфераның ластануын нормалау кезіндегі негізгі параметр болып табылады. Ауаны ластаушы заттардың нормативы шекті рұқсат етілген концентрациямен (ШРК) белгіленеді. Шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК) деп – улы заттардың мөлшері бір күдік жұмыс уақыты ішінде, жұмыс орнында әртүрлі зерттеу әдістерін қолданғанда, ауру тудырмайтын және денсаулыққа зақым келтірмейтін шектеулі концентрация. Қоршаған ортаның ластану қауіптілігі мен ортаға тигізетін әсері ластаушы заттар мен ластану индексінің Шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРК) арқылы өлшенеді. Шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК)–бұл бекітілген санитарлық-гигиеналық мөлшерлеме. Химиялық элементтер жиынтығы мен олардың қоршаған ортамен байланысы күнделікті өмірде ұзақ уақыт бойында адам ағзасына патологиялық өзгерістер алып келмейді. Сондай-ақ, заманауи зерттеу әдістері орнатқан, өскелең ұрпақ кез келген жасында шалдығуы мүмкін ауруларды айтуға болады. Зиянды факторлардың таралу аумағы ШРК есебінен анықталды. Мысалы, белгілі бір аймақта жүру (өнімді тұтыну) адам үшін қауіпсіз болуы мүмкін. Ауа, су, жер, азық-түліктерге ШРК орнатылады. Жұмыс аумағын өлшеу арқылы ауаға арналған (мекеме аумағы үшін) ШРК және жергілікті мекендерге арналған ШРК жасалады.

Мемлекетіміздегі талаптарға сәйкес көміртек оксиді, күкірт және азот оксидінің рұқсат етілген концентрациясы келесі шарттан анықталатын:

$$\frac{C_i}{ШРК_X} \le 1, \qquad (3.10)$$

мұндағы: $C_i = C_X + C_Ф$ – заттардың жалпы концентрациясы;

C_X – бөлшектердің жеке концентрациялары;

$C_Ф$ – фондық тұрақты концентрациялары;

$ШРК_X$ – х бөлшектердің шекті рұқсат етілген концентрациясы.

3.1 Кесте – Заттардың тұрақты сипаттамалары

Ластаушы заттар	Шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК), мг/м^3	Заттың қауіптілік класы	Фондық концентрация $C_Ф$, мг/м^3
CO	5,0	4	4,5
NO_2	0,2	2	0,18
NO	0,4	3	0,36
Қатты бөлшектер	0,5	2	0,45

(3.10) шарты бойынша есептесек:

$$\frac{C_M^{CO}}{ШРК_{CO}} = \frac{0{,}011 + 4{,}5}{5} = 0{,}9022.$$

$$\frac{C_M^{NO2}}{ШРК_{NO2}} = \frac{0{,}00839 + 0{,}18}{0{,}2} = 0{,}941.$$

$$\frac{C_M^{NO1}}{ШРК_{NO1}} = \frac{0{,}000496 + 0{,}36}{0{,}4} = 0{,}902.$$

$$\frac{C_M^{КБ}}{ШРК_{КБ}} = \frac{0{,}00844 + 4{,}5}{0{,}5} = 0{,}923.$$

Қорыта айтқанда, нәтижеде алынған мәндер – көміртек оксиді, күкірт және азот оксидінің рұқсат етілген концентрациялары талап етілген шартты қанағаттандырды, яғни 1-ден концентрациялары асқан жоқ. Демек, қоршаған ортаның ластануына қатты зияны жоқ деп айтуға болады.

4 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

4.1 Бизнес жоспар

Дипломдық жобаның мақсаты қатты отынға аса жоғары жиіліктің қалай әсер ететін талдау болғандықтан, бізге барынша техникалық-экономикалық тиімді жақтарын да қарастыру керек болады.

Қазіргі таңда энергияға деген қажеттіліктің жоғары болуы себепті бұл жобаны өндіріс саласында қарастырамыз. Яғни, дипломдық жобада зерттеудің экономикалық бөлімін Алматы қаласындағы 1-ші жылу электр орталығында қарастырамыз.

Жылу электр орталығы халықты жылу және электр энергиясымен қамтамасыз етеді. Электростанцияда атқарылатын жұмыс өңделетін энергияның бөлігі станцияның өз қажеттіліктеріне жұмсалады. Бұл электр энергияның шығыны қондырғы түріне және оны пайдаланатын отын түріне, агрегатының бірлік қуатына, негізгі және қосымша қондырғының техникалық деңгейіне және техникалық-финанстық саясатының станцияда дұрыс жүргізілуіне тәуелді. Тас көмірдің жоғары жану жылуы 2400 кДж (5740 ккл/кг) және ұшпа заттар деңгейі 15 %. Сондықтан жоғары жиіліктің көмірге әсер еткеннен кейінгі жағдайды бақылап, зерттеулер жүргізіледі.

Жоспардың мақсаты – жалпы капиталды шығындарды есептеу,жылдық эксплуатациялық кіріс пен шығыстарды қарастыру, компанияға түсетін пайда мен өзін өзі ақтау мерзімін есептеу болып табылады.

Жобада станцияда көмірді қолданудан алдын оны өңдеуден өткізу процесі қарастырылады. Яғни конвейерлік таспа арқылы бүкіл көмірді өткіземіз. Өту барысында оларға магнетрондар арқылы аса жоғары жиілікті сәулелер түсіріледі. Сәуле әсер еткен көмірлер қазандыққа апарылады да, сонда жағылады. Нәтижеде алынған мәндер, яғни энергия шығыны, жұмсалатын көмір мөлшерлері өзгеріске ұшырайды.

Жобаны іске асыру үшін 4.1-кестеде қажетті құрылғылар берілген.

4.1 Кесте – Керекті құрылғылардың бағалары мен тізімі

Аталуы	Саны	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, мың тг
Көмір, т	20000	3055	61100000
Конвейерлік таспа, м	10	9000	90000
магнетрон, шт	10	50000	500000
Кабель ОКБ 20, м	50	65	3150
Жиыны			61693150

4.2 Жылдық эксплуатациялық шығынды есептеу

Эксплуатациялық шығындар мына формула бойынша анықталады:

$$Э_Ш = ЕАҚ + О_С + А + М + Э + М + Н, \quad (4.1)$$

мұндағы: ЕАҚ–жұмыскерлердің еңбекақы қоры (негізгі және қосымша еңбекақы);

$О_С$ – әлеуметтік салық;

А – амортизациялық аударма;

М – материалдарға және қосалқы бөлшектерге кеткен шығын;

Э – электрэнергия шығыны;

П – басқа өндірістік және транспорттық шығындар;

Н – үстеме шығындар (50%-ға дейін барлық шығыннан алғанда).

Еңбекақы қорын есептеу үшін 4.2-кестеде келтірілген жұмысшылардың орташа айлығын қарастырамыз.

4.2 Кесте – Жұмысшылардың орташа еңбекақысы

Лауазымы	Адамдар саны	Айлық жалақы, мың тг	Жылдық жалақы, мың тг
Инженер	3	180	6480
Кабельщик	2	120	2880
Электрмонтер	3	100	3600
Жиыны	8	400	38400

Жылдық негізгі еңбекақы: $Е_{НЕГ}$ = 38400 мың тг

ЕАҚ жылдық негізгі еңбекақыны құрайды: (негізгі $Е_{НЕГ}$ және қосымша $Е_{ҚОС}$). ЕАҚ= 38400 мың тг

- негізгі еңбекақыға энергияны өндірудің технологиялық үрдіспен айналысатын жұмысшылар еңбекақысы кіреді, сондай-ақ қатар жұмыс жасалған уақытпен байланысқан (тарифтік мөлшерлеме және міндетті айлық ақылар, еңбекақы қордан алынатын жұмысшылардың сыйақысы, мереке күндер мен түнгі уақыттағы жұмыс үшін төленетін қосымша ақылар және төлемдер де кіреді.

- қосымша еңбекақыға жұмыс уақытына байланысты емес (кезекті, қосымша және оқуға байланысты демалыстар және мемлекеттік міндеттер орындауға байланысты төлемдер және т . б.) ақылар кіреді.

Сыйлықақы қоры келесі өрнекпен анықталады:

$$П=Е_{НЕГ}\ 0{,}2, \quad (4.2)$$

П =38400 0,2= 7680

$$ЕАҚ = Е_{НЕГ} + П, \quad (4.3)$$

ЕАҚ =38400+7680=46080 мың тг.

Осы тұрғыдан қоғамдық салық жалпы айлықтың 11% -ын құрайды:

$$С_К = (ЕАҚ-0,1ЕАҚ) * 0,11, \quad (4.4)$$

$С_К$ =(46080-4608) * 0,11= 4562.

Электрэнергияға кеткен шығынды келесі формуламен есептейміз:

$$Э = W \cdot t \cdot S, \quad (4.5)$$

мұндағы:W – тұтылатын қуат көлемі, W = 0,8 кВт;
t – құрылғының жұмыс істеуіне кеткен уақыт;
S – тариф, S =19,16 тг/кВт сағат

Э = 0,8·8760·19,16 = 134273 тг.

Материалдық шығындар мен қосалқы бөлшектер шығыны құрылғы бағасының 2% құрайды:

М=К·0,02= 61693150 ·0,02 =1233863 тг.

Амортизациялық аударылым қондырғылардың табиғи және моральдық шаршауын қаржылай орнын жабу екені белгілі және күрделі жөндеу жүргізу мен тозған қондырғылардың орнына жаңа қондырғылар алуға жұмсалады . Амортизациялық аударылым стансаның қосынды капиталды салымдар шамасынан пайызбен алынады. Әрбір қондырғыға жұмыс уақытына және өндірістік үрдіс өндірістік қорлардың тағайындалуына байланысты амортизациялау нормалары бекітілген. Амортизацияның шектік нормасы ҚР Президентінің № 2235 24.04.95ж, заң күшіне ие Қаулысына байланысты бекітілген, амортизация нормасын одан жоғары қолдану тыйым салынған.

Амортизация шығыны жалпы құрылғы бағасының 25% -ы :

$$А = К\ 0,25, \quad (4.6)$$

А=61 693 150·0,25= 15423288 тг.

Үстеме шығын жалпы шығынның 70% құрайды:

$$Н = К \cdot 0,7, \quad (4.7)$$

Н=61 693 150·0,7= 43 185 205 тг.

Жоғарыдағы шығындарды есептеу арқылы жылдық эксплуатациялық шығынды есептейміз:

Э=46 080+4 562+134 273+1 233 863+15 423 288+43 185 205=60 027 271 тг.

4.3 Кесте – Эксплуатациялық шығындар

Шығын түрлері	Шығын суммасы, мың тг
Еңбекақы қоры	46,08
Әлеуметтік салық	4,562
Амортизациялық айырым	15 423,288
Материалдарға және қосалқы бөлшектерге кеткен шығын	1233,863
Электрэнергия шығыны	134
Үстеме шығын	43185
Жиыны	60 027,271

Жалпы капиталдық шығынды есептесек:

$$К=Б+К_{МОН}+К_{ТАС}+К_{А}, \quad (4.8)$$

мұндағы: Б - жүйенің бағасы (Б =61693150 тг);
$К_{МОН}$ – монтаж бағасы жүйенің 5% -ы;
$К_{ТАС}$ – тасымалдау құны жүйенің 2% - ын құрайды;
$К_{А}$ – алып отырған аудан шығыны жүйенің 8% - ын құрайды;

$К_{МОН}$ = 61693150 · 0,05 =3084658 тг.

$К_{ТАС}$ = 61693150 · 0,02 =1233863 тг.

$К_{А}$= 61693150 · 0,08 =4935452 тг.

Сонда капиталдық шығын:

К = 61693150+3084658+1233863+4935452=70947123 тг.

4.3 Экономикалық тиімділіктің көрсеткіштерін есептеу

Байланыс кәсіпорындарының дамуын, кеңейтуін және қайта құруын бітіру жұмыстарын көрсетіп жазарда төменгі экономиканың тиімділік көрсеткіштері есептелінеді.

Жұмыстағы жалпы кіріс тұтынушылардың айсайынғы төленетін төлемдерінен түседі. Халықтың дерлік барлығы электр энергиясы мен

жылуды қажет ететіндіктен, олардан түсетін кіріс 30 млн теңгені құрайды. Егер ТЭЦ-қа қажетті жылдық энергия 417 млн кВт*сағ болса, көмірді өңдеуден өткізбей бірден қолданылғанда, 26 мың тонна көмірді қажет етеді. Жалпы отын шығыны 79 430 млн теңгені құрайды. Ал көмірдің аса жоғары жиілікпен әсерінен кейін, оның сипаттамасы өзгеріп, 20 мың тонна көмір қажетті энергияны өндіруге жеткілікті болды. Ал отынға кететін шығын 61 100 млн теңгені құрады. Нәтижеде 18 330 млн үнемделеді. Жалпы тұтынушыларан түсетін табыс шамамен 80 млн теңгені құрайды.

Пайда – ол тұтынушылардан түскен табыстан эксплуатациондық шығынды алғанмен тең:

$$П=Т-Э, \tag{4.9}$$

П = 80 000 000-60 027 271 =19 972 729 тг.

Егер салық пайданың 20 % -ын құрайды деп есептесек, онда таза табыс:

$$П_{ТАЗА}= П \cdot 0,8, \tag{4.10}$$

$П_{ТАЗА}$ =1997 729·0,8=15 978 188,2 тг.

Ал күтілетін таза табыс:

$$П_К = П_{ТАЗА}+А_{0,} \tag{4.11}$$

$П_К$ =15978188,2+15423288= 31 401 471,2 тг.

Өзін-өзі ақтау мерзімін есептейміз.

Экономикалық тиімділік ол өндіріске жыл сайынғы кеткен шығындарды ақтап, қандайда бір келіп түсетін табыс көзі болып табылады. Жобадағы финанстық тиімділікті бағалау үшін рынокты экономикада дисконттау тәсілі қолданылады, ол жобаның ақшалай ағынының дамуын қарқындатады.

Ақтау мерзімі ол – капиталды шығынның қай уақытта өзін өзі ақтаумерзімін көрсетеді.

Экономикалық тиімділік:

$$T = \frac{K}{П_{ТАЗА} + A_0}, \tag{4.12}$$

мұндағы: К – құрылғыларға қажетті шығын;

$А_0$ – амортизация;

$П_{ТАЗА}$ – таза табыс.

$$T = \frac{70947123}{31401471,2} = 1,9.$$

Нәтижеде Алматы қаласындағы 1-ші жылу электр орталығында аса жоғары жиілікті толқындарды көмірге қолдану 1 жыл 9 айда өз шығынын ақтап шығады.

Жалпы экономикалық тиімділік коэффициенті капиталдық салымның қайтарылу мерзіміне керісінше көрсетілген шама болады :

$$E = \frac{1}{T}, \qquad (4.13)$$

$$E = 0,5.$$

мұндағы: Е – абсолютты экономикалық тиімділік;

Т – капиталдық салымның қайтарылу мерзімі.

Екі шарт орындалуы тиіс:

$$T_P \le T_H, E_P \ge E_H,$$

мұндағы: T_P – есептің қайтарылу мерзімі;

T_H – қайтарылу мерзімінің нормативі;

E_P және E_H – тиімділіктің есептеу және нормативті коэффициенті;

T_H= 5жыл және E_H = 0,2.

Капиталдық салымның нормативті (жоспарлы) қайтарылу мерзімі, қанша мерзімде (жылда) жұмсалынған қаржы, тапқан пайдамен толығымен, салыстыру тиімділігінің нормативті коэффициентіне сәйкес қайтарылатынын көрсетеді. Қазіргі кезде тиімділіктің белгіленген нормативі жоқ, байланыс операторлары экономикалық жағдайға байланысты нормативті өздері белгілейді. Орташа есептегенде салыстыру экономикалық тиімділігі коэффициенті көбінесе 0,2 мөлшерде алынады, бұл капиталдық салымның 5 жыл ішінде қайтарылуының мүмкінділігін көрсетеді.

4.4 Инвестициялық жобалардың экономикалық тиімділігін бағалағанда уақыт факторын есепке алу

Инвестициялық жобаларды талдағанда және дәлелдегенде барлық есептеу жұмыстарының негізі шығындарды салыстыру болып табылады, олардың қазіргі уақыттағы болатын шығындарын және болашақтағы ақшадай түсетін табыстарын бір-бірімен салыстыру болады. Бұл проблемаларды шешерде ақша арнасының қозғалысының тәсілдерін білу көмектесе алады. Осы негізде салынған қаражат ертең қандай тиімділікпен қайтарылатынын болжамдауға болады. Бұл жағдайда төменгі көрсеткіштер есптеледі:

- таза келтірілген баға – NPV(Net Present Value):
- инвестицияның тиімді индексі – PI (Prafitability index);
- табыстың ішкі нормасы – IRR(Internal Rate of Return):
- инвестицияның дисконтталған қайтарылуы мерзімі – DPP (Discounted Payback Period).

Инвестициялық дисконтталған пайдалану тиімділігін бағалау, ақша арнасын салыстыру жолымен жүргізіледі, олар инвестиция жобасын игерген кезде қалыптасады. Егер жұмсалған инвестиция сомасы қайтарылып инвесторлар көздеген табысын алса, онда жобаны тиімді деп есептейміз. Дисконтталу деп болашақтағы ақша бағасын қазіргі бағасына сәйкестеп келтіру процесін айтады. Инвестицялық жобалардың ерекшеліктеріне байланысты, капиталдық салымның және ақша арнасының дисконтталу процессі, дисконттық әртүрлі ставкасына байланысты жасалынады. Инвестициялық капиталдың жыл сайын қайтарылу пайызын еске ала отырып, инвестор дисконт нормасын өзі белгілеуі мүмкін.

Таза келтірілген құнын NPV анықтау тәсілі

Бұл инвестициялық жобаны жүзеге асыру нәтижесінде фирманың құны қаншаға көтеріле (немесе сол инвестициядан берілген мерзімде түсетін таза пайданы көрсетеді) алатындығын көрсететін инвестицияны анықтаудың әдісі және ол төмендегідей анықталады.

Күнделікті шығын бағасы (I_0) күнделікті табыс бағасымен (PV) салыстырылады, екеуінің айырмашылығы күнделікті таза жоба бағасы (NPV) болады.

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{PV_t}{(1+E)^t}, \qquad (4.14)$$

мұндағы: E – дисконт нормасы, біздің жағдайда 0,5;

P_t – t мерзіміндегі төлемнің таза арнасы;

t – жобаның игерілу мерзімінің саны, t =2 жыл;

I_0 – бастапқы шығын сомасы, яғни жобаның бас кезіндегі инвестиция сомасы;

PV – жобаның экономикалық жүзеге асу кезіндегі ақша арнасының қазіргі бағасы.

Егер осылай есептелінген төлем арнасының қазіргі таза бағасы белгілі болса (NPV > 0), онда жоба өзінің экономикалық жүзеге асу кезінде бастапқы шығынын (I_0) қайтарады, белгіленген стандарт бойынша E, пайданы алады, сонымен қатар қосымша NPV – тең қор алады. Егер NPV < 0 болса, онда жобаның табысы нарық жағынан төмен болады, сондықтан ол жобаны қабылдамау керек. Егер NPV = 0 болса, онда жоба пайдалыққа да, пайдасыздыққа да жатпайды.

$$NPV = \frac{31401471{,}2}{(1+0{,}5)^1} + \frac{31401471{,}2}{(1+0{,}5)^2} - 70947123 = -36056599{,}8.$$

Инвестицияның (PI) тиімділік индексі

Тиімділік индексі – келтірілген тиімділік сомасының инвестиция шығынының мөлшерінің қатынасы. Тиімділік индексі (PI) төменгі өрнек бойынша табылады:

$$PI = \frac{\sum PV}{K}, \qquad (4.15)$$

$$PI = \frac{575802627}{70947123} = 8{,}1.$$

Анық айтқанда, егер:

PI > 1, онда жобаны қабылдау керек;

PI < 1, онда жобаны қабылдамау керек;

PI = 1, онда жоба пайдалы да, пайдасыз да емес.

PI – критериясының түсінігі: бірлік шығынға келетін табысты көрсетеді. Тиімділік индексі 1-ден болғандықтан, жобаны қабылдауға болады.

Инвестицияның дисконтталған қайтарылуы мерзімі (ДРР) көрсеткішін есептеу жалпы өрнегі:

$$DPP = t + \frac{K - (\Pi_1 + \Pi_2 + ... + \Pi_n)}{\Pi_n}, \qquad (4.16)$$

мұндағы: t – жобаның игерілу мерзімі, t =2 жыл;

К – капиталдық шығын;

П – күтілетін таза табыс.

$$DPP = 2 + \frac{70947123 - 31401471{,}2}{31401471{,}2} = 2.$$

Өтелу мерзімі – 2 жыл.

4.4 Кесте – Дисконтаудан кейінгі жобаның экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы	Мәні
Капиталдық шығын, млн тг	70 947
Кредит уақыты, жыл	2
Эксплуатациялық шығындар, млн тг	60 027
Жылдық табыс, млн тг	80
Таза табыс, млн тг	31 401
Өтеу мерзімі, жыл	1,9

Қорытынды: Бизнес жоспарлауда негізгі көрсеткіштер орындалды: жумысшылар саны, жалақылар, кадрлар, тарифтік көрсеткіштер есептелді. Финанстық бөлімінде қажетті есептеулер жүргізілді. Бұл жоба бойынша қортындылай кетсек: 2 жылда кәсіпорын өз шығынын ақтап шығады, ал таза табыс көлемі 31 40 1471 теңгені құрады, бұл жағдайда салынған шығындарға жылына 20 пайызы кетеді. Осы есептеулерге сүйене мынандай қорытынды шығаруға болады: аса жоғары жиілікті көмірге қолдану біз үшін тиімді, әрі үлкен пайда әкеліп, өзін-өзі ақтай алады.

Қорытынды

Қарастырылып отырған дипломдық жобаның негізгі мақсаты аса жоғары жиіліктің әсерімен тиімді, экологияға зиянсыз көмірді алу болатын. Зерттеу барысында АЖЖ-пен көмірді сәулелендіргенде бірнеше процестер: құрғату, бөлшектеу және өртеу және т.б жүзеге асатынын байқауға болады. АЖЖ-пен сәулелендіру төмендегідей артықшылықтарды қамтиды:

- электромагнитті энергияның көмірде көп жұтылуы;
- АЖЖ құрылғыларының құрылымының қарапайымдылығы;
- үлкен көлемді қыздыруы;
- АЖЖ энергиясын жылуға айналдыру кезіндегі жоғарғы ПӘК-і;
- жиіліктерді өзгерту арқылы процестерді басқара алу мүмкіндігі;
- экологиялық тиімділік;
- АЖЖ энергиясын жұту көмір үлгілерін қыздырудың түрлі режимдерін жасауға мүмкіндік береді және ол дененің өлшеміне, толқын ұзындығына тәуелді болады.
- микротолқынды қыздыру, кептіру, тұтану кезінде энергия айтарлықтай үнемделеді;
- АЖЖ сәулелендіру құрылғыларының компакттілігі;
- АЖЖ өрісінің құрылымын тікелей көмір көлемінде басқару үшін әртүрлі фокустаушы құрылғыларды қолдану.

Қорыта айтқанда, нәтижеде алынған мәндер – көміртек оксиді, күкірт және азот оксидінің рұқсат етілген концентрациялары талап етілген шартты қанағаттандырды, яғни 1%-ден концентрациялары асқан жоқ. Демек, қоршаған ортаның ластануына қатты зияны жоқ деп айтуға болады. Сонымен қатар, микротолқынды сәулелендіру және қышқылды жуу әдісімен бейорганикалық күкірт толығымен (97%) жойылады және микротолқынды қыздыру, кептіру, тұтану кезінде энергия айтарлықтай үнемделеді.

Әдебиеттер тізімі

1 Пюшнер Г. Нагрев энергией сверхвысоких частот. – М.: «Энергия», 1968. – 312 с.

2 Саломатов В. В., Сладков С. О., Пащенко С. Э., Саломатов В. В. Применение СВЧ в угольной теплоэнергетике. – Новосибирск: Институт теплофизики СОРАН, - 2012. – 75с.

3 Бекмұханбет А. Жылу электр станциясының жану камерасындағы көмірдің турбуленттік жануын компьютерлік модельдеу. – Алматы: – Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті. – 2014. – 124 б.

4 Липовича В. Л. Химия и переработка угля. – М.: Химия, 1988. – с. 676

5 Хофман Е. Энерготехнологическое использование угля. – М.: Энергоатомиздат. – 1983. – с.328.

6 Варнатц Ю., Маас У., Диббл Р. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты образования загрязняющих веществ. – М.: Физматлит, 2003. – 352 с.

7 Малков Н. А., Пудовкин А.П. Устройства сверхвысоких частот. – Тамбов: Тамб. Гос.тех. уни., 2008. – 92 с.

8 Пронин М.С. Энергоэффективное и экологические безопаное использование канско-ачинских углей в теплоэнергетике. – Красноярск.: Труды между народного научно-технического конгресса. – 2010. – 67-68 с.

9 https://ikaz.info/komir-onerkasibi/

10 https://www.bestreferat.ru/referat-168386.html

11 Тареев Б. М. Физика диэлектричесих материалов. –М.: Энергоиздат, 1982. – 320 с.

12 Лаутон Дж., Вейнберг Ф. Энергетических аспекты горения. – М.: Энергия. – 1976. – 296 с.

13 Коновалов Н.П., Коновалов П.Н., Хайдурова А.А. Микроволновое излучение в технологии сушки угля. – Иркутск.: Известия вузов прикладная химия и биотехнология. – 2015. – 74-79 с.

14 Саломатов В. В., Сладков С. О., Пащенко С. Э., Саломатов В. В. Угольные технологии с использованием СВЧ-излучения. – Новосибирск.: Горение и плазмохимия. – 2014. – 77-96 с.

15 . http://venec.ulstu.ru/lib/2002/1/SVCH.pdf

16 Рахаев А.А. Устройства СВЧ и антенны. – Самара.: Минобрнауки России. – 2012. – 222 с.

17 Хайдурова А.А. Улучшение качественных характеристик твердого топлива воздействием микроволновой энергии при его подготовке в гсжиганию. – Иркутск.: Изд-во ИТУ. – 2009. – С. 52-65

18 Анфиногентов В.И., Гараев Т.К., Морозов Г.А. Об одной задаче теории СВЧ нагрева диэлектриков. – Казань.: Вестник КГТУ им А. Н. Туполева. – 2002 - №3. – С. 21-24.

19 Патент РФ № 2330225. Способ сушки сыпучих диэлетрических материалов и устройство для его осуществления / А.А.Хайдурова, П.Н.

Коновалов, Н.П. Коновалов. Заявлено 24.01.2007 г.; опубл. 27.07.2008 г.БИ №28

20 Рыбалко А.С., Рубец С.П., Рудавский Э.Я., Тихий В.А. СВЧ эксперименты в Не II. Новые особенности незатухающих сверхтекучих потоков. – Украина.: Изд-во Ирэ НАН. – 2008г. - №7. – С. 631-638

21 http://studbooks.net/988113/ekologiya/raschet_kontsentratsii_oksida_ugleroda

22 Рыбалко А.С., Рубец С.П., Рудавский Э.Я., Тихий В.А., Головащенко Р., Деркач В.Н., Тарапов В.Н. Взаимодействие электромагнитных волн сверхвысокой частоты со сверхтекучим потоком в Не II. – Украина.: Изд-во Ирэ НАН. – 2008г. - №34. – С. 326-336

23 Смирнов М.Т., Халдии А.А. Предварительные результаты эксперментов с СВЧ радиометриеским комплексом L – диапазона на РС МКС. –М.:Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. - №2. – С. 160-166

24 http://docplayer.ru/57101925-1-raschet-ppf-svch-1-1-odnyedannye.html

25 https://www.bestreferat.ru/referat-168386.html