

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ФЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

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

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Алтыбай Шерхан Шоқанұлы

NO_x-ті көміртегімен қалпына келтірүлі ЖЭС-ті жобалауды зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101 – «Энергетика»

Алматы 2023

ҚАЗАКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ГЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОГАРЫ БІДІМ
МИНИСТРЛІГІ

«К.И. Сатбасев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық сәмсәк акционерлік когамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

КОРГАУҒА ЖІБЕРЛІДІ

«Энергетика» кафедрасының
меншерушісі

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ кауымдастырылған
НАО «КазНИИТУ им. К.И. Сатбасева»

Институт энергетики
и машиностроения

Е.А. Сарсенбаев
06 2023 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖУМЫС

Такырыбы: «NO_x-ті коміртегімен калыпта келтірүлі ЖЭС-ті жобалауды
зерттеу»

6B07101 – «Энергетика»

Орындаған:

Алтыбай Ш.Ш.

Пікір беруші
ЖЭК кафедрасының доценті,
тех. гыл. канд.

 М.Е. Туманов
«05» 06 2023 ж.

Гылыми жетекші
PhD докторы,
кауым профессор
 Б.Онгар
«05» 06 2023 ж.

Алматы 2023

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ФЫЛЫМ ЖӨНЕ ЖОГАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«К.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік когамы

Энергетика және машина жасау институты
«Энергетика» кафедрасы
6807101-«Энергетика»

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі
PhD, қауымдастырылған
профессор

 Е. А. Сарсенбаев
«16» 01 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орныдауда

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Алтыбай Шерхан Шоканұлы

Такырыбы: «NO_x-ті коміртегімен қатына келтірүлі ЖЭС-ті жобалауды
зерттеу»

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректоры бекіткен.

Бүйрык № 408-п «23» науқар 2022 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер тізімі:

a) Жылтасілдік болім.

b) Азот оксидінің пайды болғы және оны есептесу.

c) Азот оксидтерінің тұтілудың сандық мөдездесу.

d) Экономикалық болім.

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен
корсетілген.

Ұсынылатын негізігің адебиеттер: 14 атау

**Дипломдык жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Болімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен көнешшілерге корсету мерзімдері	Ескерту
Жылутасілдік болім	25.02.2023 ж.	Жок
Азот оксидінің пайдасы болуы және оны есептеу	29.03.2023 ж.	Жок
Азот оксидтерінің түзілуін сандық моделдеу	18.04.2023 ж.	Жок
Экономикалық болім	28.04.2023 ж.	Жок

**Аяқталған жұмысқа койылған
көнешшілер мен норма бақылауышының
колтандырылған колтаңбалары**

Болім атауы	Көнешшілер, аты, экесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Кол көйніл- тап күні	Ко- лы
Жылутасілдік болім	Б. Оңгар PhD доктор, кауымдастырылған профессор	05.06.2023	
Азот оксидінің пайдасы болуы және оны есептеу	Б. Оңгар PhD доктор, кауымдастырылған профессор	05.06.2023	
Азот оксидтерінің түзілуін сандық моделдеу	Б. Оңгар PhD доктор, кауымдастырылған профессор	05.06.2023	
Экономикалық болім	Б. Оңгар PhD доктор, кауымдастырылған профессор	05.06.2023	
Норма бақылау	Ә.О. Бердібеков сениор-лектор	05.06.2023	

Ғылыми жетекші

Б. Оңгар

Тапсырманы орындауга алған білім алушы

Ш. Ш. Алтыбай

Күні

16 01 2023 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың мақсаты - « NO_x -ті көміртегімен қалпына келтірулі ЖЭС-ті жобалау».

Бұл дипломдық жұмыста азот тотығының көміртегімен қайта қалпына келтіруін тиімді ұйымдастырудың маңыздылығы, көміртегіде азот оксидінің химиялық реакция құрамы мен жылдамдығы бойынша есептік және тәжірибелік мәлеметтер келтірілген. Азот тотығының көміртегімен қайта қалпыны келтірудің теориялық және тәжірибелік зерттеу тәсілі мен әдістемесі қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

Цель дипломной работы - "проектирование ТЭС с углеродным восстановлением NO_x ".

В данной дипломной работе приведены расчетные и экспериментальные значения важности эффективной организации восстановления оксида азота углеродом, состава и скорости химической реакции оксида азота на углероде. Рассмотрен метод и методика теоретических и экспериментальных исследований восстановления оксида азота углеродом.

ANNOTATION

The purpose of the thesis is "designing thermal power plants with carbon reduction of NO_x ".

In this thesis, the calculated and experimental values of the importance of the effective organization of the reduction of nitric oxide by carbon, the composition and rate of the chemical reaction of nitric oxide on carbon are given. The method and methodology of theoretical and experimental studies of the reduction of nitrogen oxide by carbon are considered.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Жылутәсілдік бөлім	8
1.1 Көмір тозаңында азот оксидінің қайта қалпына келтіруді тиімді ұйымдастырудың маңыздылығы	8
1.2 Көміртегінде азот оксидінің ыдырау	10
1.2.1 Көміртегінде азот оксидінің ыдырау реакциясының құрылымы және жылдамдығы	10
1.2.2 Көміртегінде азот оксидінің ыдырауының термодинамикалық есептеулерінің нәтижелері	12
1.2.3 Көміртегінде азот оксидінің ыдырауы бойынша ЭНИН-нің тәжірибелік мәліметтері	14
1.2.4 Көміртегінде азот оксидінің ыдырау есебінің сүзгілеулік үлгісі	17
1.3 Азот оксидін көмір және кокспен қалпына келтіру	22
2 Азот оксидінің пайда болуы және оны есептеу	25
2.1 Отындық азот оксидінің пайда болу дәрежесіне артық аяа еселеуішінің ықпалы	25
2.2 Азот оксидінің пайда болуын есептеу	27
2.2.1 Азот оксидінің пайда болуының қозғалыс үлгісі	27
2.2.2 Отындық азот оксидінің құрылудың газфазалық үлгісі	29
2.2.3 Тектесудің қосынды қозғалыс үлгісі бойынша Екібастұз көміріндегі азот оксидінің пайда болуының кейбір есептеу нәтижелері	31
2.3 Азот тотығының құрылудың есептеу анализінің нәтижелері	34
3 Азот оксидтерінің түзілуін сандық моделдеу	37
3.1 Көмір шаңының температурасының азот оксидтерінің эмиссиясына әсері	38
4 Экономикалық бөлім	48
4.1 ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау	49
4.2 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау	50
4.3 Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу	50
4.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу	51
4.5 Еңбекақы шығындарын есептеу	51
4.6 Амортизациялық аударылымдарды есептеу	52
4.7 Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу	53
4.8 Шығарындыларға төлемдерді есептеу	53
4.9 Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу	54
4.10 Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу	54
4.11 ЖЭО салуды және пайдалануды экономикалық бағалау	55
4.12 Таза келтірілген құнды NPV анықтау әдісі	57
4.13 Пайданың ішкі нормаларын IRR есептеу әдісі Корытынды	55
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	60
	62

КІРІСПЕ

Энергетиканы дамыту бағдарламасы Қазақстан Республикасының 2030 жылға дейінгі даму бағдарламасының негізгі және маңызды стратегияларының бірі болып саналады. Қайратияттық саласы кез келген мем-лекеттің базалық салаларының бірі және бұл саланы дамыту әр мемлекет үшін экономикалық, экологиялық, сонымен қатар әлеуметтік жағынан тиімді. Сондықтан қайратияттық комплекс мемлекетіміздің экономикасында маңызды орын алатын секторы ретінде анықталған және экономика мен қайраттық салалары жаңа, әрі жоғары тиімділікті технологиялар мен әдістерге негізделген тұтас жүйе ретінде қарастырылады.

Қайраттық саланы дамытқанда оның адамдарға, қоршаған ортаға зиянын тигізбеу қажет. Қазіргі кезде ең үлкен мәселенің бірі ортаға қосыла-тын зиянды заттарды азайту мәселесі. Ол зиянды заттар SO_x , NO_x , және

CO_x . Бұл оттықтар ортаға өте зиянды. Сондықтан отын жағу әдістемелері бұл тотықтардың мүмкінше аз пайда болуына икемделген болу керек. Егер NO_x -нің адамда деген зияндылығы CO -дан 30 есе болса, NO_x -ны басатын "үш саты-лы" әдісте одан да зиянды консероген заттары пайда болады еken. Азот тотығы SO_2 – мен O_2 – лардың реакциясына католизатор болып. SO_2 мен NO_x -лардың зиянды SO_3 пен NO_2 пайда болуына әсер етеді.

Азот тотығы өте зиян болғандықтан азайту әдістерін қарастырумыз қажет. Азат тотығын азайту әдістері төртеу : термиялық, қалпына келтіру, болдырмау және жану өнімдерін химиялық тазалау.

Осы әдістердің ең тиімділігі NO_x –ті көміртегімен қалпына келтіру. Азот тотығының көмір тозаңымен қайта қалпына келтіру тиімді үйимдастырудың маңыздылығы көрсетіледі.

Қазақстан экономикасының өсуінің болжауына байланысты, өндірістік базалар мен қуаттылықтарды қайта құрумен және де халық санының көбейуіне байланысты жұмыс істеп жатқан станциалардың қуаттылықтары жет-кіліксіз болады да жылулық және электрлік қайраттың тапшылығы жоғар-ланады. Өнімнің негізгі тұтынушылар болып қаланың тұрғын үй және әкім-шілік қоры саналады. Барлық электрлік қайрат жылулық тұтынумен өнді-ріледі, яғни квотандалады да жүйеге төмен бағамен сатуға болады.

Адам және басқада тіршілік әлемі қазіргі өндірістерден зияны тимеу керек. Сол себептен өндірістерде белгілі есептелген нормаларда жұмыс жасау дұрыс.

1 Жылутәсілдік бөлімі

Азот тотығы, қалпына келтіру, ыдырау, жану, пайда болу, болдырмау, көмір тозаңы, пиролиз, оттық, сұзілу, есептеу, әдістеме, тәсіл, тәжірибе.

Бұл бөлімде азот тотығының көмір тозаңымен қайта қалпына келтіру тиімді үйымдастырудың маңыздылығы көрсетілген. Көміртегіде азот оксидінің химиялық реакция құрамы мен жылдамдығы бойынша есептік және тәжірибелік мәліметтер келтірілген. Көмір тозаңында азот оксидінің қайта қалпыны келтірудің зертханалық зерттелуі тәжірибенің тәсілі мен әдістемесі жасалынып, олардың талдауы келтірілген.

1.1 Көмір тозаңында азот оксидінің қайта қалпына келтіруді тиімді үйымдастырудың маңыздылығы

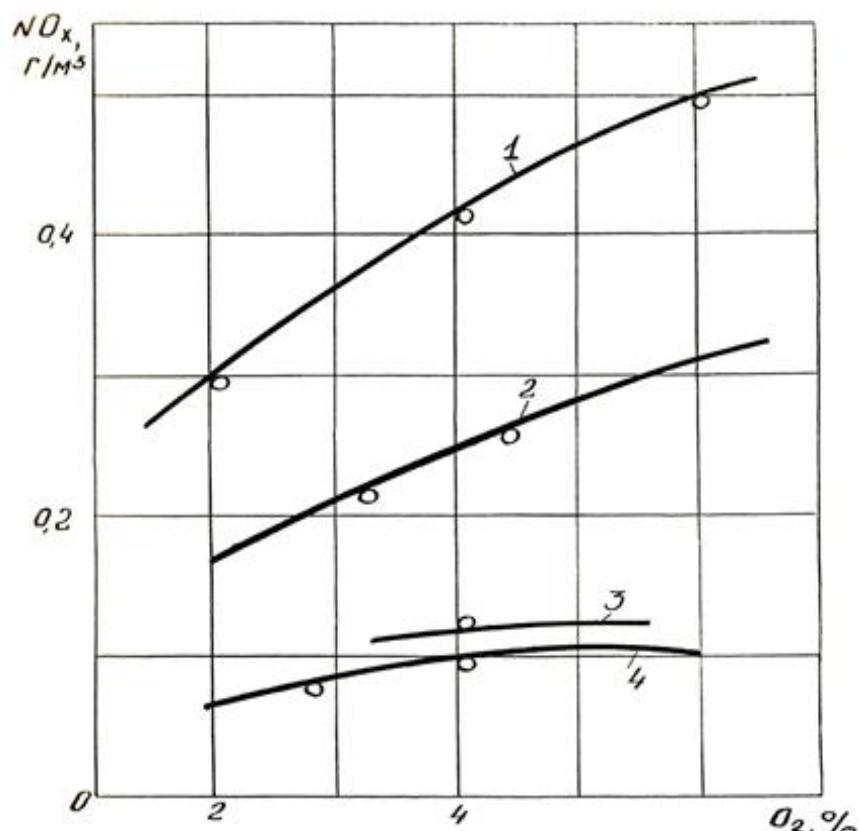
Қоршаған ортаны зиянды тастандылардан қорғауға байланысты азот оксидінің құрылу сұрақтарын зерттеуге көп көніл бөлінуде [1-3]. Олар көмір тозаңын жаққанда отын азоты мен атмосфералық азот оттегісінің жоғарғы температурасында түзілу барысында бірінші реакция пайда болады ($T = 2000\text{K}$ жоғары). Екінші реакция температураның кең диопазонында жүзеге асады, соның ішінде оттың үрдістері үшін қарапайым, салыстырмалы жоғары емес температураларда. Азот оксидінің түзілу реакциясы көбіне отын құрамында азоттың болуымен, оттегі концентрациясының шаршысына пропорционалды және оның белсенді атомды азот түрінде шығуымен анықталады.

Азот оксидінің түзілу реакциясы көміртек бетінде азот оксидінің ыдырауымен әкетіледі. Ол CO жанып бітуі мен CO_2 қалпына келтірудің екіншілік реакция қатарында орындалады. Бірақ қолданбалы аспектілерде және теориялық түрғыда азот оксидінің гетерогенді ыдырауы толық зерттелмеген.

Молекулярлы азоттың ошақтың шартындағы инерттіге дейінгі көміртектің азот оксидінің қалпына келуі шығар газдарды тазалаудың байсалды әді-сі болып қарастырылуы мүмкін [4], сонымен қатар ошақ құбылыстарының сәйкесті үйымдарында. Ис жүзінде мұндай маңызды есептердің шешімі азот оксидінің түзілуін сөндіру құбылысын, оның көміртектегі және көмір тозаң-дарындағы қалпына келуін оның түсіндірілуін талап етеді.

80 жылдардың басында, жеделдеткіштер мен аммиак қолданылмайтын ошақ құтысында түзіліп біткен азот оксидін бөліктеп қалпына келтірумен қамтамасыздандыратын, жаңа оттәсілдік әдіс жайлы хабар пайда болды [5,6]. Ол Иосира Такахаши МАКТ – әдісімен аталды [5], ал И.Секигух – үшсатылы жағу деп. АҚШ да ол «ребенинг - үрдіс» ретінде белгілі. Үш қатарға орналасқан жоғарыдағы негізгі оттықтарда қосымша оттықтар орналастырылған және отынның бір бөлігі жеткілікті ауамен жағылу үшін. Оданда жоғары үшіншілік ауаның саптамасы орналасқан (1.1 сурет [7-9]). Дәл осындағы жоғары нәтижелер

оттық стендінде алынды [10]. Инженерлік шешімнің үлгісі болып (1.2 сурет), екіншілік отынды біріншілік жану аймағына беретін және шаршылы қиманың құйынды ағын пешінде ортаны қалпына келтіруді құратын, үшіншілік отын жағу үшін арналған қондырғы болып табылады. Бірақ ошақтық үрдістің қындылығы және әлемдегі белгілі үшсатылы жағудың тиімді тәсілінің азот оксидінің тастандыларын төмендетудің заманауи тәсіліне қатысты зерттеулердің толық еместігі, оның жүзеге асырылуы, әлеуметтік және экономикалық түрғыда жалпыға онды нәтиже бермейді.



1 - NO_x басусыз құралдар; 2 - сатылы жағу; 3 - құтыда NO_x қалпына келтіру; 4 - NO_x қалпына келтіру және сатылы жағудағы азот тотығының шоғырлығын төмендеть.

1.1-сурет - Тангенциалды ошақ құтысында тотығын қалпына келтіру және сатылық жағудағы азот тотығының шоғырлығын төмендеть

Көміртектік белсенді бөлшектер болмаған жағдайдағы, қайта қалпына келтіру аймағында түзілетін СО және H_2 сатылы жануы азот оксидімен нашар реакцияланатындығы белгіленді [11]. Осы себепті металдарды құқіртсүтектік тотығуға әкелетін, құқіртсүтегінің пайда болу ықтималдылығы өседі [11, 12]. Көмірсүтек бөлшектерінің бетіндегі молекуларлық азотқа дейін азот оксидінің қайта қалпына келтіру реакциясының жылдамдығы өсу мүмкіндігі [13] қолданылады:



Кокстың бөлшектерінде келесі тектесулер болуы мүмкін [14]:



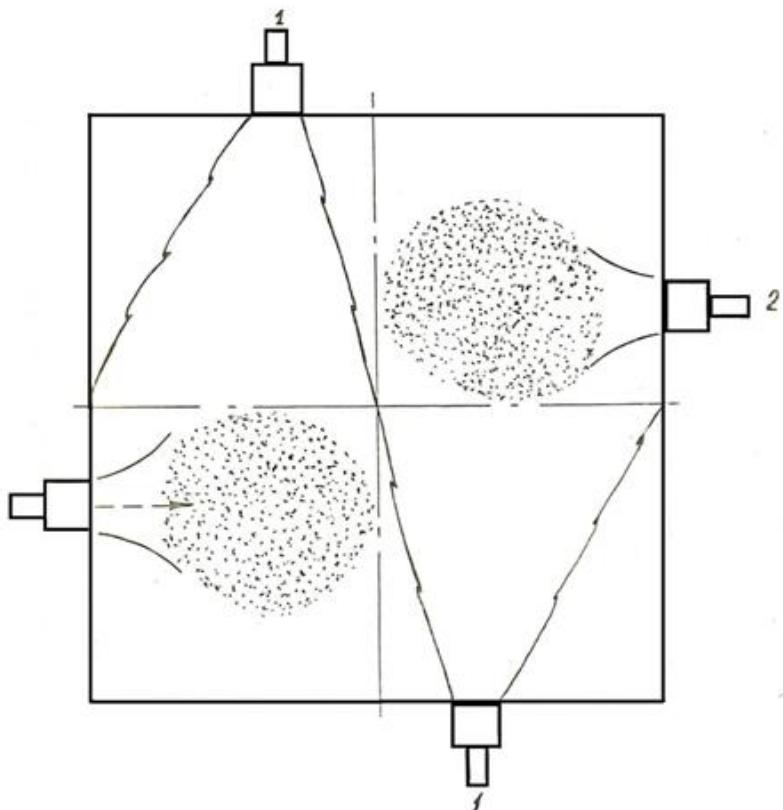
Сатылы отын жағу анализдерінің нәтижесіне негізделе, (Екібастұз кө-мірі) Верхнетагильск МАЭСінің ПК – 14 қазанында бензопирен, СО тастандыларының өсуі, механикалық және химиялық кем жану пайдаланудың және жөндеулік шығындар секілді қатаң қарамағайшы салдардың себебінен іс жүзінде сатылы жағу әдісінің қолданылуы жөнсіз деген қорытынды жаса-лынды. Алауда күкіртсүтегінің түзілуі мен басқа өнімдердің химиялық кем жануының негізгі себебі болып көмір тозаңының белсенді жану аймағында от-тегінің жетіспеушілігі болып табылады.

Баяндалған, ошақ құтысының өзіндегі көмір тозаңының азот оксидін қайта қалпына келтіру шарасы және оны жағу үрдісін дұрыс ұйымдастыру тиімділігінің дербестігін көрсетеді.

1.2 Көміртегінде азот оксидінің ыдырауы

1.2.1 Көміртегінде азот оксидінің ыдырау реакциясының құрылымы және жылдамдығы

Температураның 700÷1100 К аймағында азот оксидінің C+NO ыдырауының реакциясы C+CO₂ реакциясына қарағанда баяу жүретіні графонда анықталған, бірақ кең зерттелінгін C+CO₂ көміртектің екітотығының көміртегімен газдандыру реакциясына қарағанда екі тәртіпке қарқындырақ (1.2 сурет). Реакция өнімдерінің массаспектрикалық анализі көмегімен, газдың құрылымы мен, таразының жоғары сезімталдырығы және дәлділігі көмегімен масса өлшемімен жылдамдықты белгіледі. Энергия белсендіруі E=83,72 кДж/моль және предэкспоненттік тұрақтылық K₀=80*10⁻³ моль/(с*кг). CO ға қарағанда C+CO₂ реакциясында NOның тежегіштік әсері көбірек екені көрсетілген.



1 - біріншілік жағу, 2 - екіншілік жағу

1.2–сурет - Отынды үшсатылы жағуға арналған қондырғы

Сонымен көміртегінің тотығуының басқа екіншілік реакциясының арасында көміртектің 700 – 1100 К-дегі NO ыдырау тектесуі (реакциясы) екінші дәрежелі емес.

Күйе қабатында алынған (1.2; 1.3 сурет) NO ыдырау реакциясында газқалыптасу суреті қызықты. $M=1,8 \cdot 10^{-2}$ кг төгу $2,5 \cdot 10^{-2}$ м кварц-тық түтікке сияды. Төгудің меншікті беті $=87 \cdot 10^{-3}$ м²/кг, NO ағын жыл-дамдығы $=3,3 \cdot 10^{-5}$ м³/с. Тәжірибеде температура 1027 дән 1233К аралығында түрленген және NO шоғырлануы 0,1726 дан 0,9310 % аралығында.

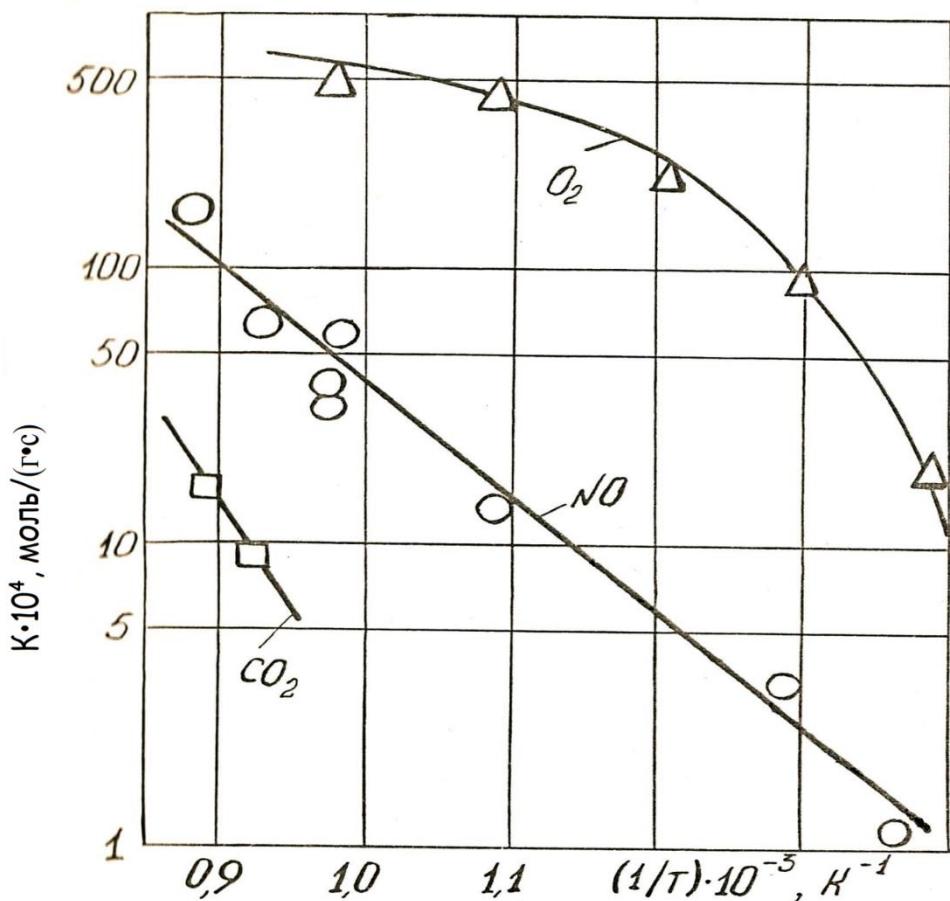
Графиктен байқағанымыз, NO қалдықтық құрамы ешқандай тәртіп шарттарында нөлге тең емес. Берілген температурада $NO = 0,25 \div 0,5 NO_0$ және NO_0 бастапқы шоғырлануының ұлғаюымен өседі.

Берілген NO_0 дің шоғырлануының температурасы өскенде ыдырау қарқынданады, CO_2 шоғыры төмендейді, CO шоғыры өседі, CO/CO_2 қатынасы мағыналы өседі: CO мөлшері CO_2 -ні 3-15 рет өседі [9, 10]. [19] бойынша айғақталады, шындыққа, NO көміртегімен әрекеттесуі нәтижесінде CO -ның тікелей түзілу мүмкіндігі және температуралың өсуімен көміртектің екіншілік тотығы көміртегімен газдандыруы белсенді өтетіндігі. Белгілі шарттарға сәйкес адсорбциялық қанығу беттері азот оксидімен жетеді. Осыған сәйкес, онымен температуралың өскенінде K_g төмендеуіне байланысты, 1100К бастап, өйткені

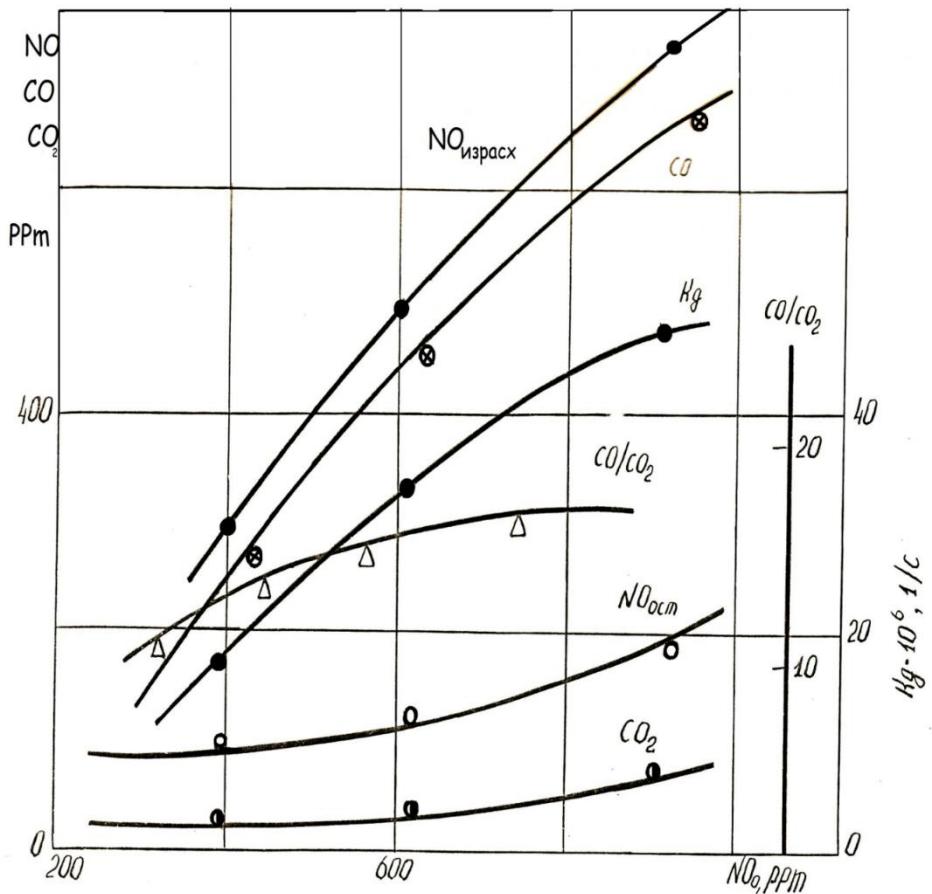
реакцияның диффузиялық тежелуінің әсерін болдырмау үшін қабаттан шығуындағы реакция өнімдерінде NO құрамы (0,1 % аралығында) жеткілікті.

1.2.2 Көміртегінде азот оксидінің ыдырауының термодинамикалық есептеулерінің нәтижелері

Температуралық 973-3273 К аралығында және қысымның 0,01-1МПа болуында бояндалғандай, қателігін есептей отырып, жылуқозғалым-дық (термодинамикалық) мәліметтер негізінде әдісі бойынша C+NO+Ar, жүйесінің тептепендік есептік – теориялық талдау өткізілді. Массакалық қатынастардағы алынған бастапқы концентрациялар: C=99(Ar+NO); NO = (1,3,5)*10⁻²Ar. 1.3 суретте көрсетілгендей 700 К температураға дейінгі C+NO реакциясының негізгі өнімдері болып CO₂ және N₂, яғни құбылыс (1.2)-мен өтеді.



1.3-сурет - Оттегіде NO ыдырауының жылдамдығы тұрақтысының, C+O₂ және C+CO₂ реакция жылдамдықтарының тұрақтыларының мәліметтері бойынша температураға тәуелділігі.

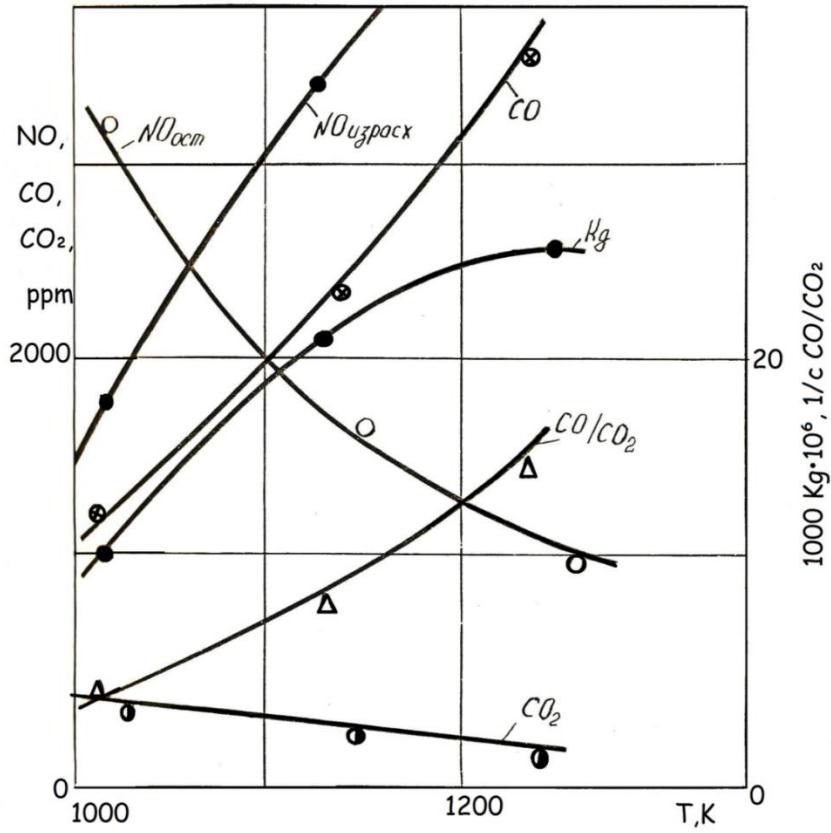


1.4-сурет - НОның бастапқы концентрациясында ыдырауындағы оттегі шығыны және $\text{NO} + \text{C}$ реакция өнімдерінің құрамы (оттегі темпера-турасы $T=1223\text{K}$).

700К жоғары температураларда CO_2 концентрациясы қатты төмендейді, CO үлесі өседі, 3000К дейін N_2 концентрациясы өзгеріссіз қалады; көміртек екіншіліктотығы көміртекпен газдандырылуы мына реакция арқылы соның арқасында негізгі өнім болып CO және N_2 қалады.



Қысымның жоғарылауы (1.4 сурет) екіншіліктотықты көміртек С газдандырылының кейбір тежелуіне әкеледі. Бұл Р өсуімен (1.1) кері реакцияның рөлінің өсуі салдарынан болуы мүмкін, немесе екіншіліктотықты көміртек С газдандырылының NO ингибирлеуші әсерінің нәтижесі болады .



1.5–сурет - Температура өзгергендеңі $\text{NO}+\text{C}$ реакция өнімдерінің құрамының өзгерілуі (бастапқы концентрация $\text{NO}=0,5\%$).

2000К жоғары температураларда цианитті біріктірuler CN , C_2N пайда болады және басқада N , O_2 және NO мағынасыз бөліктері [9, 10]. Өнімнің термодинамикалық тептепендік құрамында N_2O жоқ, [10]шы реакцияның азғана ықтималдылығында көрсетіледі және ол қорытындымен келіспейді.

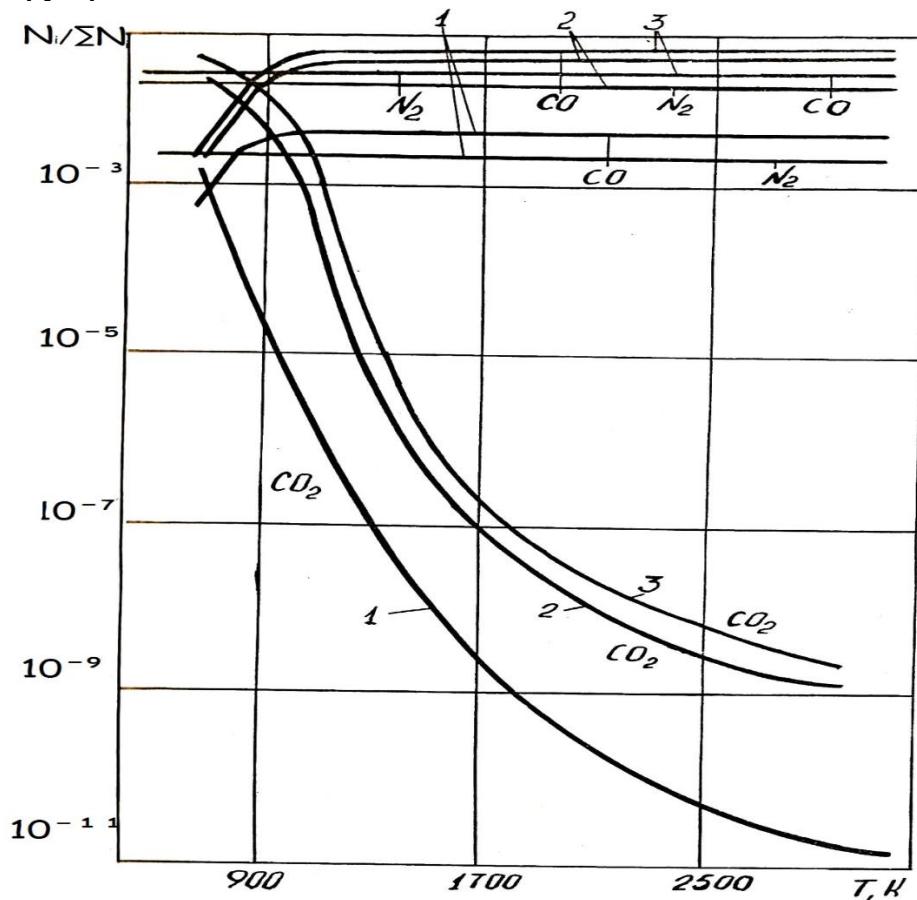


[19]-да реакцияның мүмкіндігін шығарып тастамайды (1.5).

1.2.3 Көміртегінде азот оксидінің ыдырауы бойынша ЭНИН-нің тәжірибелік мәліметтері

Көміртектегі азот тотығының ыдырауы, биіктігі көміртектегі азот тотығының ыдырауы, биіктігі 3 см, ішкі $d=1,2 \cdot 10^{-2}$ м графиттік стаканға салынған, фракция $4 \div 5^{-4}$ м төгуде жүргізілген. Жоғары сапалы өндіргіш индук-торында стакан мен төгудің жылытуы берілген стационарлық температуралық тәртіп болдыруға мүмкіндік береді. Төгуді тәжірибе алдында берілген химия-лық ағындағы таза аргонның температурасынан жоғары қыздыру бастапқы жадығатта O_2 досорбциясы өндірілген. Тәжірибе барысында жылдамдығы

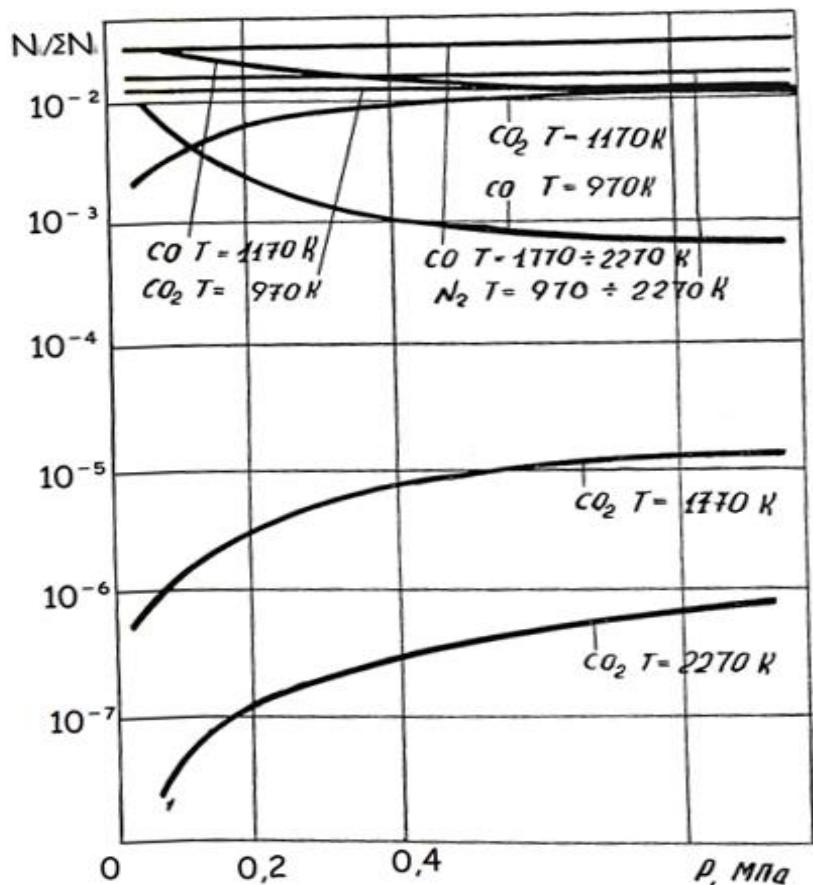
$3,3 \times 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$ және концентрациясы 4,94% болатын, химиялық таза аргонмен азотtotығының қоспасының ағыны биіктігі 0,027 м көміртек қабаты арқылы өтеді. Тәжірибе уақыты 1200 с құрайды. Қабат температурасы 850 ден 1600 К аралығында өзгереді. С де NO ыдырау жылдамдығы төгудің массасының өзгерісіне және қабаттан шығудағы реакцияның өнімдерінің құрамымен анықталады. NO, CO₂, CO реакция өнімдері хроматографта анализденді. Реакция өнімдеріндегі NOның қалдықтық құрамы NO₀ концентрациясының соңғы мәндерінің есебімен балансы бойынша есептеледі. NOның көміртектік стаканның қабырғасындағы шығыны қабаттан шығу түзетілімінде стакан қабырғасында С әкетілуінің төгудегі С әкетілуі қатынасына тең, NO концентрациясының мәндеріне ендіру арқылы есептелді.



Концентрациялар: 1 – 10 % NO; 2 – 3,0% NO; 3 – 5,0% NO.

Концентрациялар: 1 – 10 % NO; 2 – 3,0% NO; 3 – 5,0% NO.

1.6–сурет - Түрлі температуралардағы ($p=0,1 \text{ МПа}$) NO+C+Ar жүйесінің негізгі өнімдер құрамының тептепендігі.



1.7-сурет - Түрлі қысымдар мен температуralар үшін $NO + C + Ar$ жүйесінің негізгі өнімдер құрамының тептеңдігі (концентрация $NO=3\%$).

Кейінгілері аналитикалық таразыларда өлшенгеннен соң анықталды. Тәжірибелік С-нің шығын жылдамдығының меншікті мәні оның NO мен әрекеттесуіне тәуелді (1.7 сурет) $T=900 \div 1300\text{ K}$ кезіндегі Аррениус тәрізді. 1300K жоғары температуralарда, диффузияға тән, әкетудің тоқталуы байқалады. Ол да бастапқы реагенттермен реакция өнімдерінің тоқ-талуының салдарынан болуы мүмкін. $NO \div C$ (сурет 1.2.7) реакциясы ке-зіндегі газалмасу заңдылығы $T < 1200\text{K}$ кезінде N_2 , CO_2 өнімдерінде кездесетінін көрсетеді, және азот totығы шығындалмайды. $T > 1200\text{K}$ болғанда CO пайда болады, CO_2 құрамы төмендейді, $T > 1350\text{K}$ болғанда CO_2 реакция өнімдерінде болмайды. Бұл нәтижелер $T > 1200\text{K}$ болғанда CO_2 нің С қалыптасуының қайта қалпына келу реакциясының рөлінің маңызы екендігін көрсетеді. Т-да (1.5) реакциясы бойынша CO тікелей қалыптасу мүмкіндігі жайлышты оны T бойынша өзгеру мәліметтері (1.8 суретінен) табуға болады

$$K_9 = 7,76 \cdot 10^{8 \cdot e^{\frac{314}{P} \cdot P_{CO_2}}} \quad (1.6)$$

Температура сипаттамалары баға-ларының құқықсыздығы бойынша ескеріледі, өйткені C+NO реакциясы үшін 1200К үлкен температурада, тежелуі байқалады, оның табиғаты белгісіз. Бұл графикалданғанда сапасы қызықтырылады. Ол T < 1200 К кезінде көміртегіндегі NO ыдырау жылдамдығы екі сатыға үлкендейтінін көрсетеді, CO₂ ыдырауына қарағанда көрсетілгендей аналогиялық мәндері алынған.

1.2.4 Көміртегіндегі азот оксидінің ыдырау есебінің сүзгілеулік-феномендік үлгісі

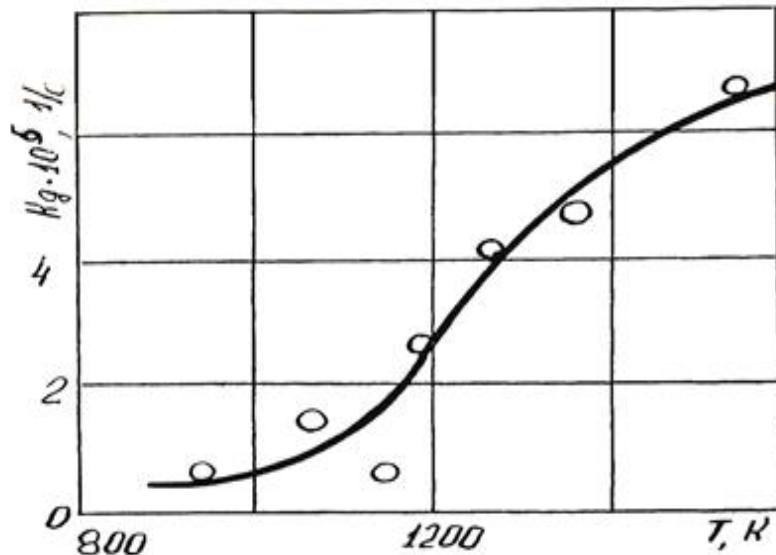
Көмір қабатының газдандырылуы және жануда газ түзілуінің жалпы позициясы қарастырылған көміртекті төгуде NO ыдырауы. Газдың мөлшері арасындағы балансқа негізделеді, қабат көлемінің бірлігіне енгі-зілген, және газ мөлшері, осы көлемде реакцияға қолданылған, қабат биіктігі бойынша газ концентрациясын өлшеу үшін негізгі қатынас алынған

$$C = -\frac{a_n + \frac{3}{2} \cdot (1 - b) \cdot 0.5 \cdot a_k}{w_1 + \frac{h'w}{1 - b}} \quad (1.7)$$

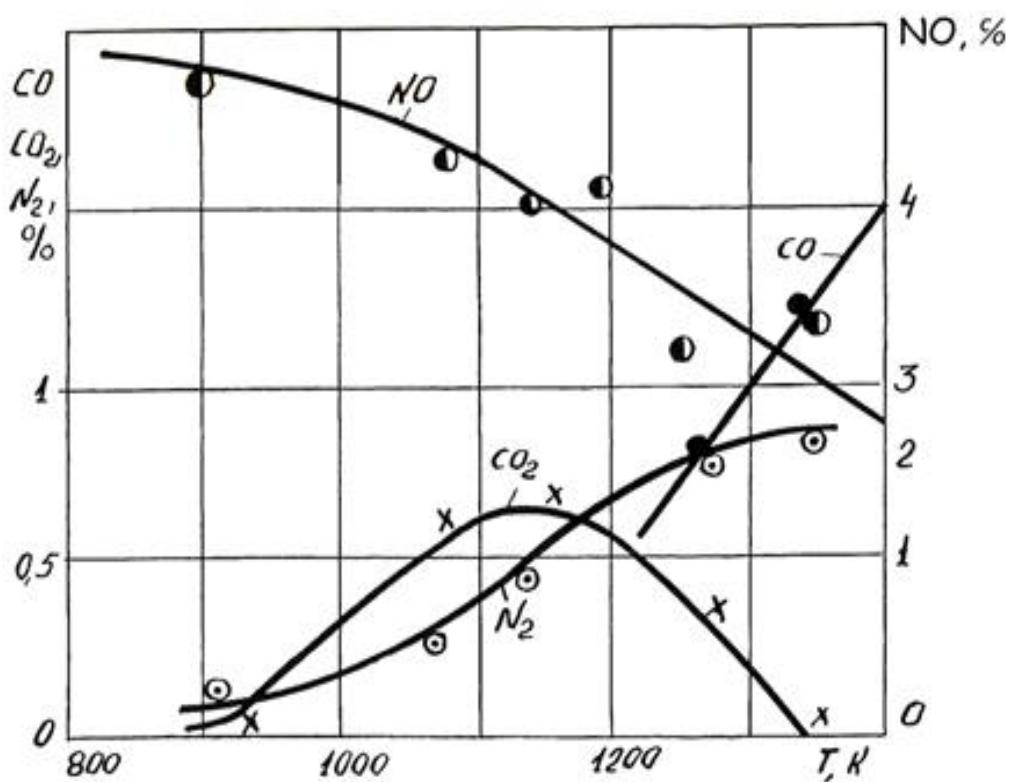
мұндағы C – қабаттың қимасы бойынша газ концентрациясы;

w - сүзгілеу жылдамдығы;

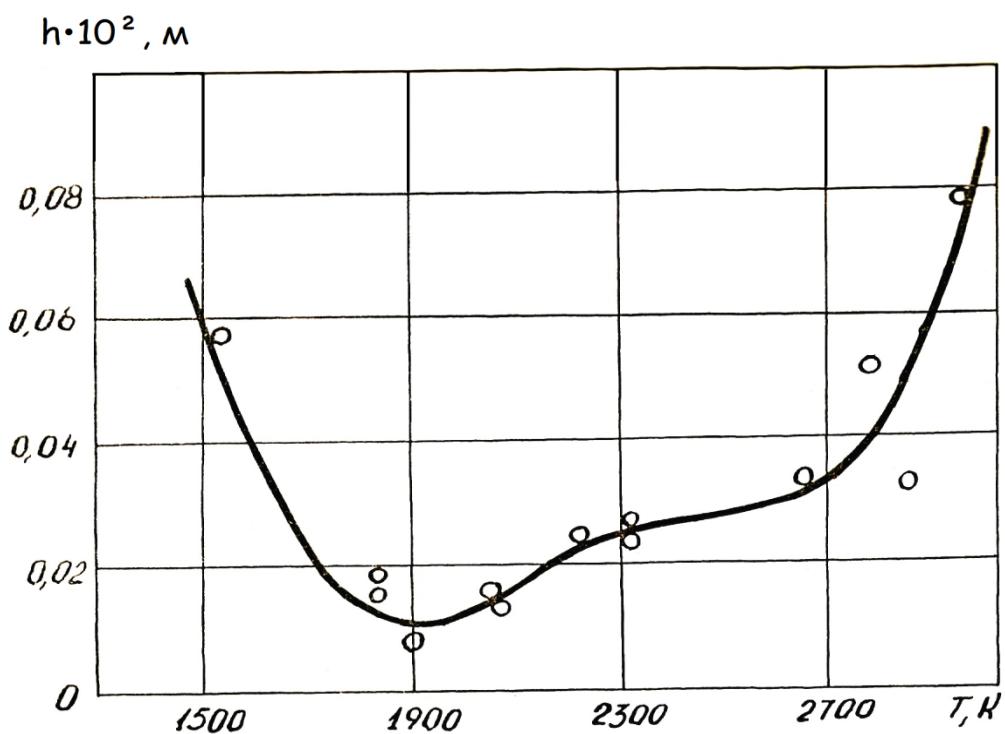
w₁- көмірдің кеуекті массасына өткен газ ағуының жылдамдығы;



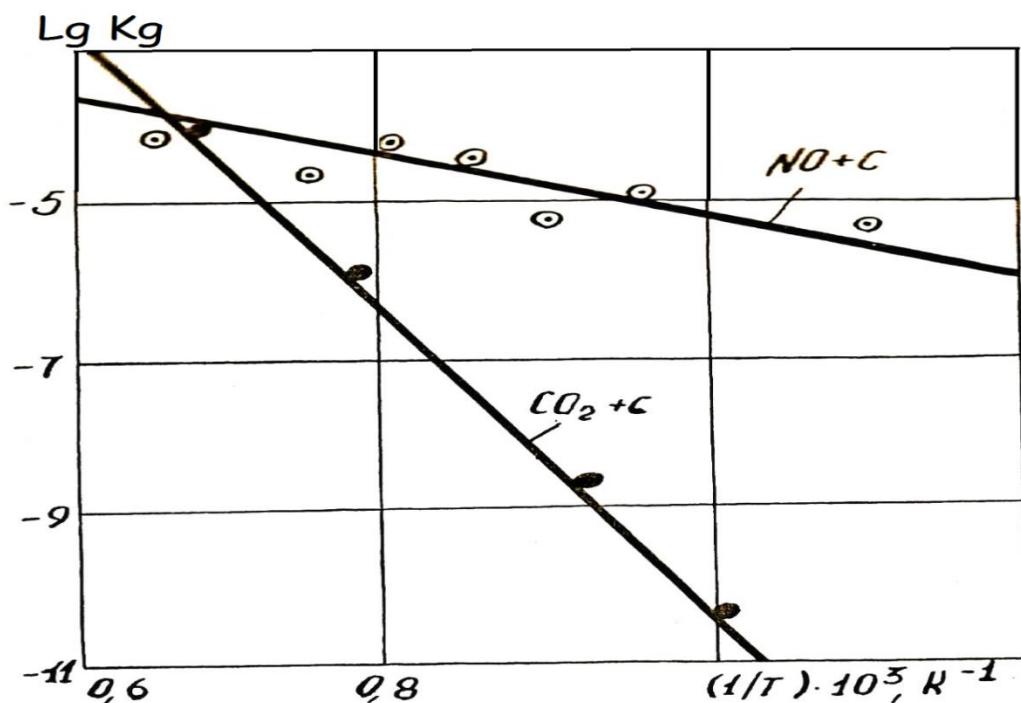
1.8–сурет - NO мен өзара әрекеттескендегі көміртектің әкетуінің меншікті жылдамдығының температурадан тәуелділігі



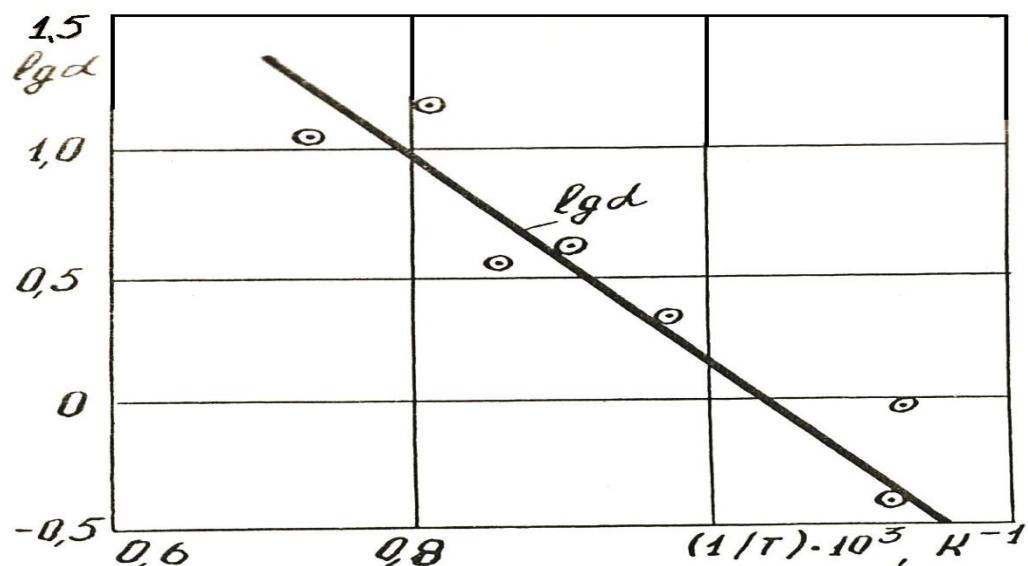
1.9—сурет - Әртүрлі температуралардағы NO мен көміртектің әрекеттекендегі газ түзілуінің сипаттамасы.



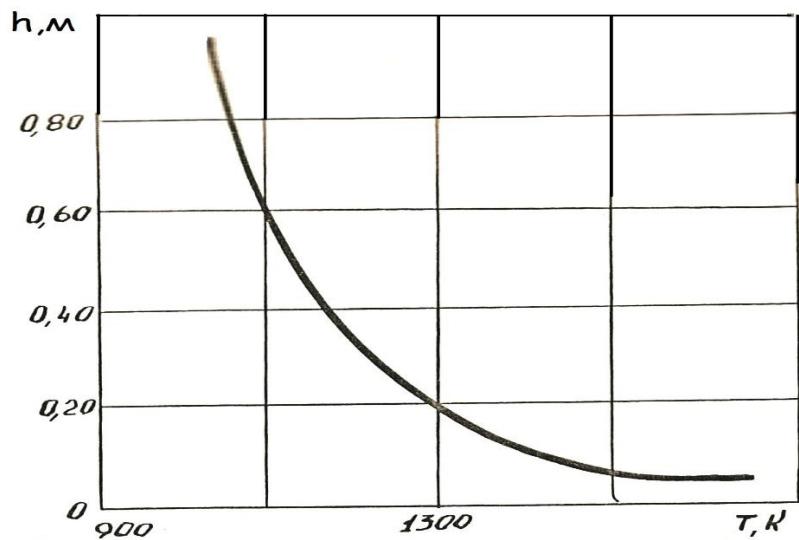
1.10—сурет - 0,1 МПа қысымында температураның өзгерілуіндегі реакциялық қабаттың терендігінің өзгерілуі (әкету дәрежесі 15%; графит маркасы ВТМ-4).



1.11—сурет - $C+NO$ және $C+CO_2$ реакциялары үшін әкетудің меншікті жылдамдығының салыстырмалы мәліметтері.



1.12—сурет - Көміртегінде NO ыдырау жылдамдығының $\lg \alpha$ – тұрақтысының $1/T$ қатынасы



1.13–сурет - Көміртегінде NO ыдырау аймағы тереңдігінің температураға қатынасы

Ерекше құбылышқа (1.2.4) тендеуі [19, 20]-да мына түрде көрсетілген

$$\frac{w \partial C}{\partial y} = -aC \quad (1.8)$$

Мұнда сол жақ бөлігі газ мөлшерін білдіреді, қабат бірлігін уақыт бірлігіне жинақтайтын конвективті аударудың нәтижесінде, ал оң – химиялық ауысадың жылдамдығы;

a – физ - химиялық құбылыштың аумаққылық сипаттамасы.

Мұнда негізінде реакцияның бірінші тәртібі қабылданады және конвективті салыстыруы бойынша диффузиялық үрдіс ескерілмейді.

С-те NO ыдырау үрдісінің аналитикалық сипаттамасы газ құрылудының баяндалған механизімінің негізінде жүргізіледі, соның өзінде, NO CO₂, CO және N₂ түзуіне жұмсалатыны есептеледі; T=850÷1200 K де CO₂ дең CO деуір қалпына келеді және T=1300÷1600 K де CO ның тікелей қалыптасуы мүмкін. Осыған сәйкес NO ыдыраудың тендеуі NO толық шығындалуын ес-кере газ қалыптасуға (1.7) түрінде жазуға болады, ағында NO концентрациясының орнына С қабылдайды. ш – сүзгілеу жылдамдығы; a – (1.2) бойынша реакциялық газалмасу коэффициенті.

CO₂ құрамын реакция өнімдерінде (1.2) бойынша NO ыдырау есебінен тікелей қалыптасуын анықтайды, дәл солай CO₂ нің (1.1) бойынша C-да қал-пына келуі. Сондықтан

$$\frac{w \partial C_1}{\partial y} = -a_1 C - a_{12} C_1 \quad (1.9)$$

мұндағы a_1 - CO₂ түзілуінің тұрақтысы;

a_{12} – С-да CO₂-нің қалпына келу тұрақтысы;
 C_2 - CO₂-нің концентрациясы (шоғырлығы).

(1.2) бойынша N₂-нің қалыптасу тендеуі

$$\frac{w \partial C_2}{\partial y} = -a_2 C \quad (1.10)$$

мұндағы a_2 – N₂-нің қалыптасу тұрақтысы;
 C_2 – N₂-нің концентрациясы.

(1.3) бойынша тікелей CO түзілу жағдайында

$$\frac{w \partial C_3}{\partial y} = -a_3 C - a_{12} C_1 \quad (1.11)$$

мұндағы a_3 – CO түзілуінің тұрақтысы;
 C_3 – CO-нің концентрациясы.

(1.9)-(1.10)-дердің $y=0$ C=CO, $C_1, C_2=0$ жағдайда тапқан шешімдері келесідей:

$$\text{NO үшін} \quad C = C_0 e^{-\frac{ay}{w}} \quad (1.12)$$

$$\text{CO}_2 \text{ үшін} \quad C_1 = a_1 \cdot C_0 \cdot e^{-a_{12}\frac{y}{w}} - e^{-\frac{ay}{w}} \quad (1.13)$$

$$\text{N}_2 \text{ үшін} \quad C_2 = a_2 \cdot C_0 \cdot (-e)^{-a\frac{y}{w}} \quad (1.14)$$

$$\text{CO үшін} \quad C_3 = \frac{yC_0}{w} \left[a_3 e^{-ay/w} + \frac{a_1 a_2}{a - a_{12}} (e^{-a_{12}y/w} - e^{-ay/w}) \right].$$

(1.15)

Тәжірибелік мәліметтердің жеткіліксіздігінен [19, 20]-да CO түзілуінің С-де NO ыдырауында a мен a_2 анықталуымен ғана шектеледі, реакция өнімдерінде бастапқы қоспада N₂ молекулалар санына NO молекулалар саны қатынасындай (1.2).

(1.12) логарифімдеу келесіні береді

$$a = \frac{w}{h} \ln \frac{c_0}{c} \quad (1.16)$$

мұндағы $h=y$ – себілген (засыпка) қабатының биіктігі.

Газ ағынының жылдамдығы бойынша, қабаттың температурасына жатқызылған тәжірибе мәліметтеріне негізделіп, $h=0,027$ м, $C_0=4,94\%$ -да (1.16)-пен есептелген a мәндері 1.11 суретінде көрсетілген . 1.12 суретінің мәндері бойынша [19, 20] E мен a_0 -дің жуықталған мәндері алынған

$$a = 2,13 \cdot 10^4 \cdot e^{\frac{-82.046}{RT}} \quad (1.17)$$

1.8 суреттегі NO шығынының тұтас қисықтығы (1.17) есептей отыра, (1.12) бойынша жасалынған есептерге сәйкес. Сәйкестік қанағаттандырлық . 1.12 суретте (1.17) және (1.16) бойынша $C=0,1\%$ үшін есептелген түрі

$$h = \frac{w}{a} \ln \frac{c_0}{c} \quad (1.18)$$

С-дегі NO-ның ыдырау аймақ тереңдігінің өлшем қисықтары келтірілген. 1.12 суретіне сәйкес C -де NO-ның ыдырау тереңдігі $T=1100$ және 1300К-де 0,6 және 0,2 м береді және Т-ның кейінгі ұлғаюымен тез төмендейді.

1.3 Азот оксидін көмір және кокспен қалпына келтіру

Көміртегінде NOның ыдырауының теориялық және зертханалық оқып білуінің әдебиеттік мәліметтері қабатында, күйеде және көміртектік бөлікшеде $4\div5 \cdot 10^{-4}$ м газ қалыптасуына қатысты. Қолда бар сапаны және кейбір келтірілген есептік нәтижелердің маңыздылығына қара-мастан, олар әліде не басқа нақты практикалық шешімдердің негізіне қойыла алмайды. Осы себептен, жану аймағына тікелей тұтін газдары арқылы беруде NO тастандылардың төмендеуіне көмір тозаңының әсерінің анықталуы бо-йынша тұра тәжірибелер өткізілуі мақсатқа лайықты ұсынылады. Мұндай тех-нологиялық сұлбе ошақ үрдістерін ұйымдастыру, біздің көзқарасқа, құрылымдық жағынан әбден мүмкін, жаңа қондырғыларды жобалау шарттарындағыдан, жұмыс атқарып тұрған ошақтар мен пештердің жаңартылуы секілді. Осыған орай ортақ жылутехника кафедрасының оттық қондырғысы жаңартылуы сипатталған . Бұл жаңартудың негізі тұтін газдарының әке-лінілуіне келтірілген, қосымша құтыда пайда болатын, дірілді тозаң бергіш арқылы жоғарыдан берілетін (1.13 сурет). Реагенттер шығыны автоматты түрде басқарылады.

Тәжірибе келесі түрде өткізіледі.

Пеш 670°C температураға дейін қыздырылады. Тұтін газдарының шығыны $0,7$ нм/с ($0,507$ нм/с).

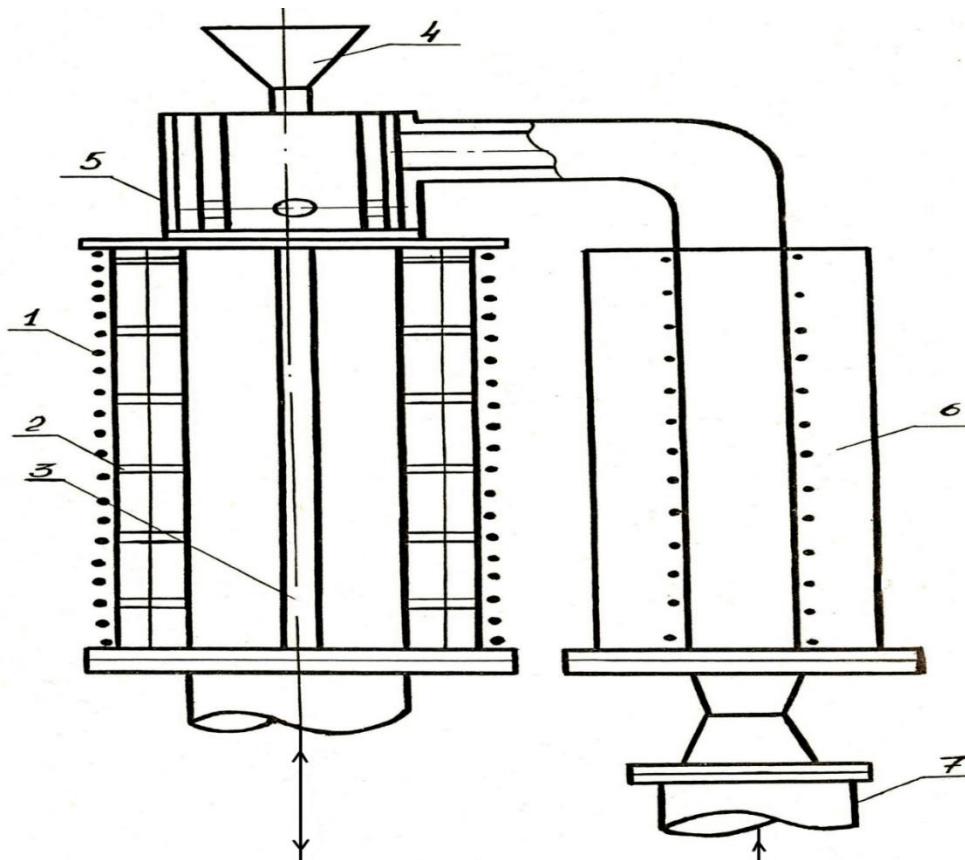
NO концентрациясы «Бекман» құрылғысы көмегімен пеш соңында тозаң берілуіне дейін және тозаң беріліп біткеннен соң тұтін газдарында өлшенеді.

Тұтін газдарында NO концентрациясы 670 тен 820 мг/м³ аралығында ауытқиды. Бұл зерттеулерде тұтін газының басқа құраушылары өлшенбейді, ол одан арғы зерттеулердің мақсаты болып табылады.

Бірінші тәжірибелерде тұтін газдарына $R_{100}=18\%$ -бен Екібастұз көмірінің табиғи тозаңын көлденен берген. Көмір тозаңының шығысы 8 г/мин құрады. Бұл нақты ошақ құтысындағы тұтін газдарына көмір тозаңының үлгілік массалық қатынасына жауап береді (бұл жағдайда 6,84 кг/кг). Сынама алу көмір тозаңының ендіру орнынан 0,5 м аралығында жүзеге асырылады, 0,29÷0,3 с келу уақытына жауап береді. Тұтін газдарына табиғи тозаңын беруде NO мөлшерінің үлғауы байқалады. Мұны көмір бөлшектерінің пиролизі және пи-ролиз өнімдері оттегімен әрекеттесуі болатындығы мен түсіндіруге болады. Табиғи ошақтардың тұтін газдарында O₂ шоғырлығы 5-6 пайызға дейін жететіндіктен, NO түзеді.

Осылайда 900°C температурасында табиғи көмір тозаңын алдынала қызыдыру тәсілімен алынған, кокс тозаңын ендірумен тәжірибелер жүргізілген. Кокстық тозаңды беру барысында тұтін газдарындағы NO концентрациясы 400÷460 мг/м³ дейін төмендейдеген.

Көмірлік және кокстық тозаңымен азот тотығын тікелей қалпына келтірудің алғашқы алынған зертханалық мәндері экологиялық таза ошақтың үрдістің ұйымдастырылуына негіз қалыптастырады. Осы себептен, осы бағытта толық тәжірибелік зерттеулер жүргізу, біздің көзқарасқа, тәжірибелік қажет (актуальды) міндет болып табылады.



1-Пештің электржылтықшы; 2-Термопарға арналған тесік; 3-Бақылағыш; 4-Тозаң бергіш; 5-Араластырғыш; 6-Газдың электржылтықшы; 7-Тұтін газдарын беру.

1.14-сурет - Тәжірибелік қондырғы схемасы

2 Азот оксидінің пайда болуы және оны есептеу

Көмір тозаңы, пиролиз (аясыз ыстықтық ыдырау), үшқыш және азот-кұрамдас заттар, атомдық азот, оттек, азот оксиді, азот оксидінің пайда бо-луы, азот затшасын қалпына келтіру, қозғалыстық және таралулық жану, бо-лымы, әдісі, салыстыру, талдау, есептеу, сұлбесі, үнемиет, мекенкорғау, ше-шім.

Отындық азот тотығының пайда болуын есептеу әдісі және қозғалысы, болымы қарастырылды.

Жалпы қозғалыс әдісі бойынша Екібастұз көміріндегі жану өнімдерінің құрамындағы азот оксидінің шоғыры есептелді.

Әртүрлі сападағы көмірді жағуды мекенкорғаулық және үнемиеттік үйімдастыру және жоғары ыстықтықтағы газдық кептірүлі тозаң дайындау сұлбесі жасалды.

Тапсырыс беруші мен автордың қатысуымен нақты құрылғыны құру және жаңарту, жобаны жасау, жылутәсілдік есептеу жолымен жылутәсіл және жылуқайратиятта жұмыс нәтижесі енгізілуі мүмкін.

2.1 Отындық азот оксидінің пайда болу дәрежесіне артық ауа еселеуішінің ықпалы

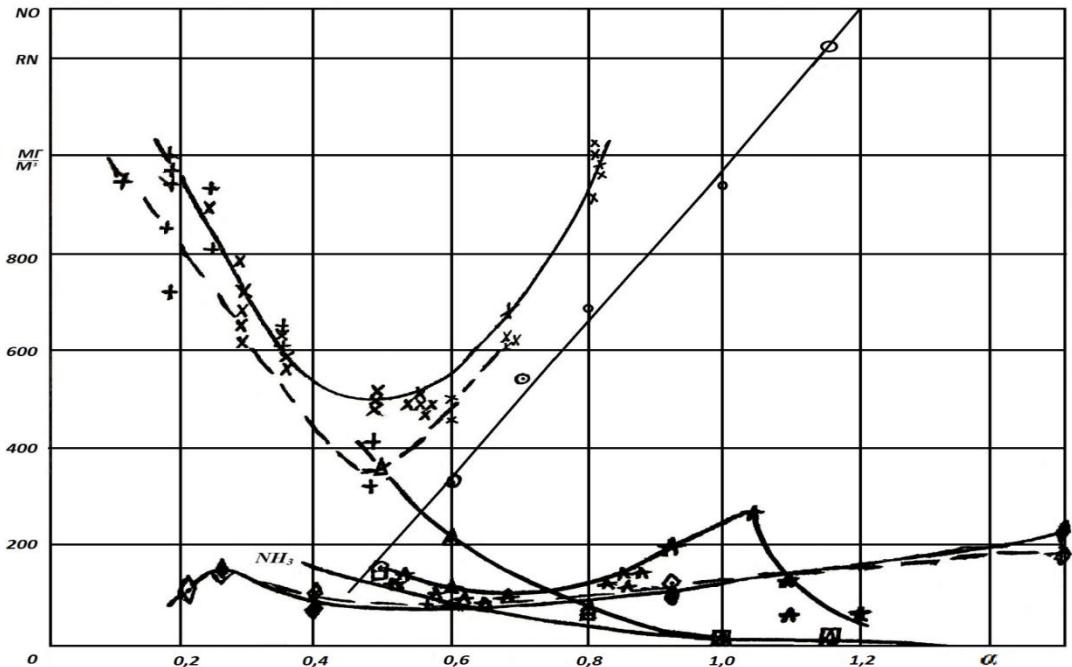
Берілген өте маңызды сұрақ зерттеушілермен бірге қаралды, түйінді нәтижелер 2.1 суретте келтірілген. Олар сандық мәнде бөлінеді. Бұл тәжірибе шарттарына негізделген: әртүрлі сападағы және түрдегі отынға, табиғи және зертханалық нысанға, түрлі ыстықтықтағы деңгей және басқа. Артық ауа еселеуішінің мәнінен отындық азот оксидінің пайда болу дәрежесінің айрықша тәуелділігі оларға ортақ болып табылады.

Бұл тәуелділікте автор оң тармақты толықтай дұрыс түсіндіреді. Шын мәнінде артық ауаның үлкеюімен, азоттың оттекпен әрекет ету ықтималдылығы үлкейеді отындық азот оксидінің пайда болуымен. Бұл қисынға сәйкес артық ауа еселеуішінің мәнінің азаюымен оксидтің пайда болу дәрежесінің азаюын күтүге болады. Алайда, азот оксидінің ең кіші сол мәні оның ұлғаюы-на қарсы болады. Бұл жағдайда автор әр түрлі көптеген тәжірибелі өзіндік әрекшеліктерімен сәйкес түсіндірді.

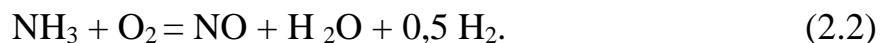
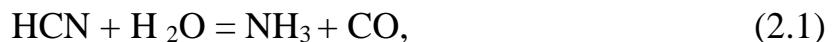
Солардың ішінде біздің көзқарасымыз бойынша ерекше маңызды “азоттың лездік оксидтері” деп аталатын құрылу ұсынылады. [7] сәйкес: “HCN цианид сутегісінің алдын-ала анағұрлым бірге шығуымен және алаудың бастапқы аймағында ($\alpha < 1$ және $T < 1500$ K) соңғы құрылулар болады. Ережеге сәйкес тез азот оксидін шығару NO_B ыстықтық $T = 1700-1800$ K... С жеткенде аяқталады, артық ауаның үлкеюімен шығудың төмендеуі болады $NO_B \dots$ ” $\alpha > 0,95$ -те нөлге дейін.

Артық ауаның азаюымен шамамен 0,8ден бастап, (NH_3) аминдер және (HCN) цинидтер мәнінің көрсеткіші ұлғаюы, O_2 шоғырының жылдам ұл-

гаюымен [8] текстесу түрі болады. Бұл жағдай Ресс Д.Р және басқа (2.1 сурет) мәліметтерімен келіседі.



2.1–сурет - Алаудағы отынның азот құрамдас қураушысын газдандыру



Жану өнімдерінің құрамындағы азот оксидінің мөлшерін үлкейтеді. Алайда Peck R.E. және басқа [8], тәжірибесінде “басқа зерттеулерге қарағанда, NH_3 -тің қалдықтары ғана анықталды. Авторлар бұл құбылыстық көмір сапасының жоғарылығымен және бастысы ыстықтық деңгейінің жоғарылығымен түсіндіреді”.

Першиңг және Венд, Блейр [8] мәліметтеріне сәйкес, азот көмірін газдандыру оның толық жанбауынша толығымен бітпейді ($T=1800$ К кезінде Екібастұз көмірінде тағы 5% азот қалады [15]), ұшпаның жанып біту са-тысында [2] мәліметтеріне сәйкес азот оксиді пайда болады, негізінен алаудың бастапқы аймағында аяқталады. [2] көрсетілген алаудың максималды ыс-тықтығында $T_{\max} = 1800$ К азот оксиді негізінен азот отынына айналады (95% дейін), және шамамен 5% NO_x қана әуе азотының тотығу нәтижесінде пайда болады, 97-98 % NO_x азот оксидінен тұрады.

2.2 Азот оксидінің пайда болуын есептеу

2.2.1 Азот оксидінің пайда болуының қозғалыс үлгісі

Азот оксидін есептеу қабылданған, азот және ауаның O_2 әрекеттесуінен пайда болған – термиялық, көмірсутектің белсенді бөлігінің қатысуымен аудағы азоттың тотығуы – лездік, және отындық азоттың тотығуы – отындық оксид.

Я.Б.Зельдович бойынша термиялық оксидтің пайда болуы тізбекті тетік бойынша болады



Қазіргі кезде Зельдович кеңейтілген тетігі бойынша тектесу (2.3) то-лықтырылады



Фенимором [23] азоттың лездік оксидтерінің пайда болу болжамын ұсынды, біріншілік тектесу жану аймағында сұлбе бойынша



Тектесу (2.6) төменгі бөлме ыстықтығында өтеді [24].

Отындық азот оксидінің пайда болуы және қалпына келуі келесі Фенимор [25] сұлбесі бойынша ұсынуға болады (олардың лездік құраушыла-рымен бірге).



Мұнда I - аралық ыдырау өнімі ((2.9) [5,6,24,3]: NH₂, NH, HCN, CN, N) әбден мүмкін;

R – тотықтырғыш (O_2 , O, OH).

Тапсырманың өзектілігі қазіргі таңда I түрін орнату болып табылатынын байқаймыз.

Фенимором азот оксидінің пайда болуының келесі қозғалыс теңдеуінен алдынған (Зельдовичтің есептік кейіптемесі теңесулі термиялық оксид шоғыры):

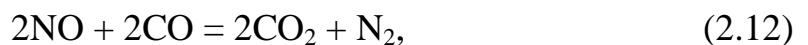
$$NO / X = I - \exp (- (/ NO / + / Nm /) / 2X). \quad (2.11)$$

мұндағы Nm - газ тәрізді отындағы азот мөлшері;
 NO - жану өнімдерінің құрамындағы азот оксидінің көп мөлшердегі шоғыры, азот оксидіне азот отынының толығымен өтуіне сәйкес:

$$X = A \exp (- E / RT);$$

мұндағы A , E – еселеуіш, артық ауаның мәніне тәуелді;
 T – сипаттамалық ыстықтық.

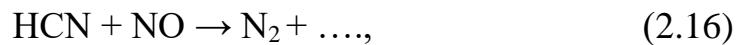
Маңызды мысал болып қалпына келтіруші текстесу (2.10) табылады:



(2.12) және (2.13) текстесу сатылап жағу әдісіне негізделген, оларың жоғары емес жылдамдығына қарамастан ыстықтықта, алаудың сипатта-масы көмірсүтектің белсенді бөлігінің қатысуының [26]. Беттік көміртек бөліктерінде жылдамдық (2.12) тез өседі [24]. (2.14) және (2.15) текстесу жылдамдығы бірінші тәртіpte текстесу азот оксидінің шоғыры бойынша болады. Коксты белсендіру қайрат шамасы, белсендірлген көмір және графит үшін ыстықтық $400 - 900^{\circ}\text{C}$ -та $34,4\ldots III$, 4 кДж/моль аралығында жатады [11]. Қозғалыс текстесу тұрақтысы (2.14) және (2.15) бастапқы отын түріне тәуелді, кокс түзетін.

Текстесудің тиімділігі (2.14) және (2.15) тәжірибе жүзінде қарас-тырылды [14].

Молекулярлық азот (2.12)–(2.15) текстесуден ошақтық шартта инерпті күйге дейін азот оксидін қалпына келтіруде аммиакпен және цианид сутегімен текстесу түрі болуы маңызды, үшпаның шығу негізінде молекулярлық азот толығымен қыстырылмайды мысалы, үшпаның тұтануынан кейін азот оксиді (2.1) және (2.2) текстесуден түзіледі.





Күлдің күкіртті көмірмен бірге әрекеттесуі металдың сульфидін тұзуі мүмкін, азот оксидімен тектесу молекулярлық азотты қалпына келтіреді. Мысалы, тектесу



450°C -та тез өтеді (цит.[24])

2.2.2 Отындық азот оксидінің құрылуының газфазалық үлгісі

Фенимор азот оксидінің құрылу теңдеуінің шешімі бастапқы шартта $[\text{NO}_0] \neq 0$, азот оксидінің қатысуымен біртекті газдық қоспаның бастапқы жа-нуы аналогиялық түрде (2.12) (2.1 кестеде максималды жалын ыстықтығын анықтауда қабылданған T)

$$NO = I - (I - NO_0) \cdot e^{-([Nm] + [NO] - [NO0])} \quad (2.20)$$

2.1-кесте - Реакция (2.11) бойынша анықталатын x (2.20) тұрақты кіретін мәндер

б	0,5	0,58	0,67	0,80	1,11
A 10	5,68	40,7	30,8	0,591	0,551
E 10	68	68	60	38	32

Біртекті газдық қоспаның жалынына қарағанда, азот оксидінің пайда болуы сұйық және қатты отынның алауда таралуы қосымша фактор тізбегіне тәуелді (қоспаның түзілу қарқыны, біріншілік ауаның үлесі, ауа қоспаның ыстықтығы және басқа).

Азот құрамдас сұйық отынның бөлігі және көмірдің үшпа заттары тара-лу тәртібінде әрекеттеседі және жанады, алаудың ретсіз таралуында отындық азот оксидінің пайда болуының газ-фазалық үлгісінің физика-математикалық үлгісіндегі біртекті газдық қоспаның жануында азот оксидінің пайда болу құбылысын қарастыруға рұқсат етеді.

Ол үшін тапсырманың шешімін оңайлатуды ұйғару енгізіледі. Алаудың жануы және ауақозғалым тапсырмасын шешуде тасымал теңдеуі орташа есептеу жолымен түйікталады, уақыт бойынша жылдамдық тектесу түрінде [24]

$$W = K_0 C_m C_k e^{-\frac{E}{RT}} \quad (2.21)$$

мұндағы C_m , C_k - уақыт бойынша орташа отын шоғыры мен нүктедегі тотықтырғыш;

Т - орташа ыстықтық, К.

Мысал үшін осындай кемшілікті қарауға болады (2.20). Текстесу жылдамдығы әрқашан соңғы (2.21) сәйкес, осыған қарамастан қарастырылған орындағы отынның айнымалы қатысуынсыз және тотықтырғыш деп айтуда болады.

Қарастырылып отырған есеп үлгісінің кемшіліктері ретсіз жалында әсерлі үйімдастыру құбылысын және химиялық текстесу қозғалысын талдау мәселесін оқып үйренуді қажет етеді.

Орташа текстесу жылдамдығын анықтау үшін (2.21) орнына келесі өрнекті қолданады.

$$W = k(T) C_m C_k \rho (C_m, C_k, T) dC_m dC_k dT. \quad (2.22)$$

мұндағы ρ – функция тығыздығы, таралу ықтималдығы C_m , C_k және T .

Берілген теорияда ретсіздік толқу қарастырылады, жүздеген ММ бөлікті құрайтын жылулық деңгейге дейінгі арапастыру қамтамасыз етіледі (жұмыс қатарында ол жылулық теория деп аталатынын байқаймыз). Алайда техникалық отын жағу қондырғыларында ретсіз таралуға қарағанда ауа қозғалымының жану үрдісіндегі қыншылықтармен кездесуге тұра келеді. Бұл арапастыру көбіне молекулярлық ауқымға дейін жүргізілуі тиіс, моле-кулярлық тотықтырғыштың таралуы және отынның бір–бірімен химиялық текстесуі қажет.

Қарастырылып отырған үлгі сұлбе түрінде, алаудың ретсіз таралуында отындық оксидтің пайда болу сұлбесі есептік мәнге дейін жеткізілді.

Қарастыру мақсаты баяндау түрінде болады, біздің көзқарасымызша бұл қызықты үлгі болуы мүмкін, теорияның дамуына дейін ошақтық азот оксиді-нің пайда болуының нақты есептік әдісінің негізінде I түрі ашылады (2.9) және (2.10). Қозғалыс шығысы бойынша түбекейлі жағдайдың дамуы, ұшпа заттардың белсенді азот құрамдас бөлігінің қыстырылуы және ошақтық үрдістің әсерлі үйімдастыру негізінде бұл бағыттағы жетістіктерді көруге болады.

Бұл жолда алғашқы кезеңдегі өте маңызды кең ауқымды және толық оқуға әбден мүмкін болатын аумақтық теңдеу және оның тұрақтылығы анықтамалық мәліметтер және ғылыми әдебиет негізінде болады, баға [NO] және [NO] есеп әдеби мәліметтер негізінде алғашқы қосымшаға қойылады.

2.2.3 Текстесудің қосынды қозғалыс үлгісі бойынша Екібастұз көміріндегі азот оксидінің пайда болуының кейбір есептеу нәтижелері

Азот отынның бөлігі текстесудің қосынды қозғалысы математикалық үлгі негізінде газдық фазаға өтуі, ұшпа заттардың шығарда интегралдық қозғалыс теңдеуі келесі түрде анықталады.

$$\frac{dN^{B\text{YIX}}}{d\tau} = (N^K - N^{B\text{YIX}}) K_{OB} \cdot e^{-\frac{E_B}{RT_T}}, \quad (2.23)$$

мұндағы N^K және $N^{B\text{YIX}}$ - тиісінше құрамында атомдық азот бар қосылыштардың газдарындағы соңғы және ағымдағы концентрациялары; K_{OB} және E_B - азот шығымының кинетикалық константалары; T_T - отын температурасы.

$$N^K = \frac{0,01N^P\gamma}{V_e}, \quad \frac{\kappa\sigma}{m^3}, \quad (2.24)$$

мұндағы N^P - отынның жұмыстық массасына азоттың пайызы; γ - газ фазасына өтетін отын азотының эксперименталды турде анықталған үлесі; V_e - 1 кг отынға шаққандағы газдардың көлемі. Атомдық азоттың концентрациясы баланс теңдеуінен табылады

$$[N]_i = [k_{p,a}N^P - (N_{2_i} + NO_{X_i})k_{VT}] \mu_i \quad (2.25)$$

Азот құрамдас көмірдің термиялық ыдырау кинетикасы Блейр Д.У формуласымен есептеледі (V^p – ұшпаның шығуы, %)

$$\psi_N = \frac{0,4861 \cdot 0,01V^P + 3545 \cdot \exp\left(-\frac{85700}{RT}\right)}{1 + 3545 \cdot \exp\left(-\frac{85700}{RT}\right)}. \quad (2.26)$$

мұндағы $R \approx 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ - газ тұрақтысы; V^p - отын массасына қатысты ұшпа заттардың құрамы (интегралдық шығымы) %; T_g, T_p - тиісінше газ және отын бөлшектерінің температурасы

Атомдық азоттан бөлінетін бөліктің тотығуы және қозғалыс теңдеуінің қысыстрылуы $N\tau = N^{B\text{YIX}} - N^{T_2}$ - $14NO^{T/30}$ түрінде қолданылады:

$$\frac{dN_2^T}{d\tau} = \left(\frac{N\tau}{T}\right)^2 K_p \cdot e^{\frac{E_p}{RT}} \quad (2.27)$$

$$\frac{dNO^T}{d\tau} = N\tau \left(\frac{O_2}{T}\right)^n \cdot K_0 \cdot e^{\frac{E_0}{RT}} \quad (2.28)$$

Ауалық тотығудың пайда болуы Зельдович Н.Б бойынша есептеледі

$$\frac{dNO^B}{d\tau} = 3.34 \cdot 10^{13} (N_2^B + N_2^T) \left(\frac{O_2}{T}\right)^{0.5} \cdot e^{\frac{64500}{T}} \quad (2.29)$$

Тендеудің қозғалыс тұрақтысы (2.25)-(2.27): $K_B = 1500$; $E_B/P = 4500$; $K_P = 10^{13}$; $E_P/R = 10^3$; $K_0 = 10^{11}$; $E_0/R = 3750$; $R = 8,3 \text{Дж/(мольК)}$ - газдық тұрақты; $\Pi = 1,5$ – текстесу көрсеткіші; $V_T = 4,6 \text{м}^3/\text{кг}$ - газ көлемі; $N^P = 0,85\%$ - отынның жұмыстық массасында азоттың құрамы. Оттектің шоғырының өзгеру қадамы және аралығы $O_2 = 0; 1; 3; 7; 14\%$, ыстықтығы $T = 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800 \text{ К}$ және соңғы уақыт $\tau^{\text{кон}} = 0,2 \text{с}$ ошақтық құбылыстың нақты жағдайына сай келеді. Уақыттың өзгеру қадамы жұмыстың орнықтылығын қамтамасыз ету қажеттілігімен таңдалды.

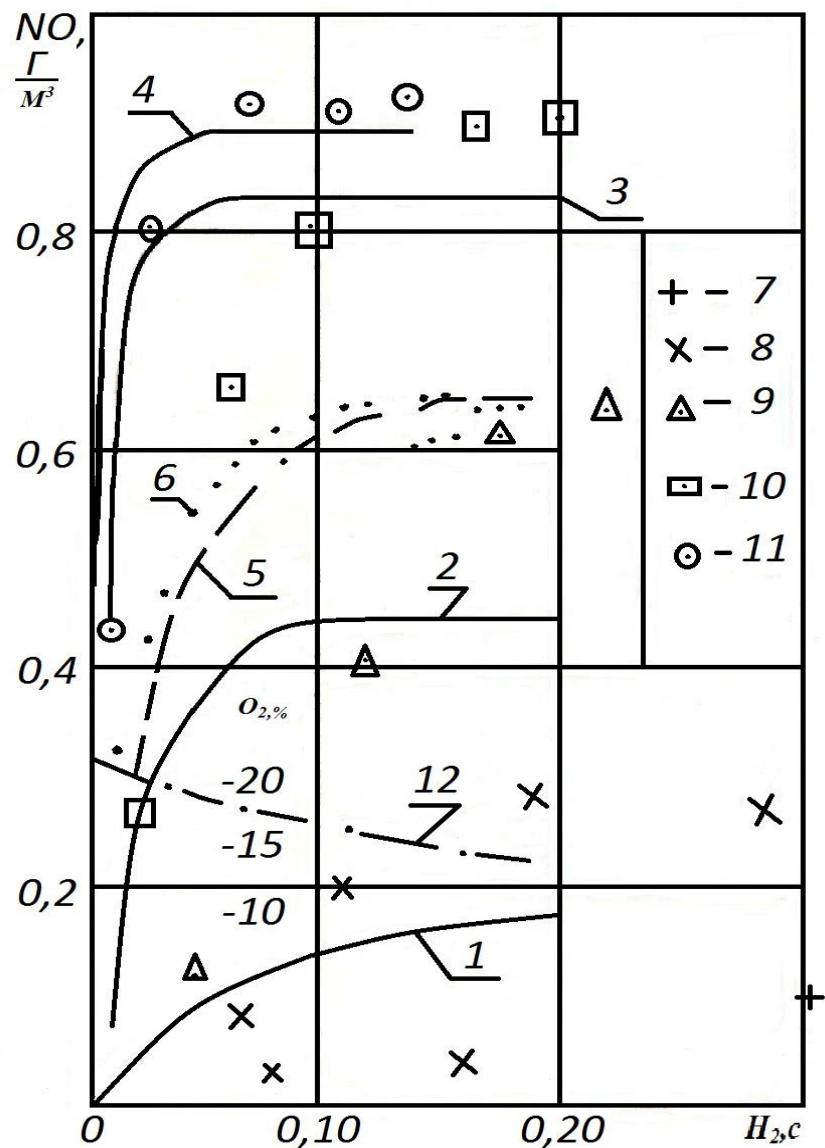
Есептеу нәтижелері көрсетеді, инертті молекулярлық азота, ыстықтың шартта қайратияттық ошақтық құбылыста атомдық азот толығымен қыстырылады және ауаның қатысуының. Отын тотықтары түзілмейді. Ал ауалық азот тотығы ең үлкен мәндеде $O_2 = 14\%$ және $T = 1800 \text{ К}$ отындықтан $\tau^{\text{кон}}$ болғанда 0,7% құрайды. Ауаның шоғыры неғұрлым көп болса, қыстырылу соғұрлым аз және атомдық азоттың тотығуы көп болады. Мысалы, $O_2 = 0; 1; 3; 7; 14\%$ және $T = 1800 \text{ К}$: сәйкесінше $N_2^T/N_{\text{кон}}^{\text{вых}} = 0,86; 0,74; 0,46; 0,21; 0,05$; $NO^T/NO_{\text{найб}}^T = 0; 0,09; 0,43; 0,77; 0,84$. Молекулярлық азота құбылыстың ыстықтығының ұлғаюымен және ауа шоғырының азаюымен уақыт азаяды және атомдық азоттың қыстырылу дәрежесі ұлкейеді (1.2 сурет). Т және O_2 ұлғаюымен азот оксидінің пайда болу дәрежесі ұлғаяды (1.3 сурет).

Есептеу нәтижелері қанағаттандырлық, тәжірибе мәліметтерімен келіседі [2] (2.2 сурет):

$$\gamma = \frac{NO_K^T}{NO_H^T} = 0.023K(T_H - 1025)^{0.3} \quad (2.30)$$

Мұндағы γ - азот тотығының соңғы мәнінің үлесі, берілген шартта түзілетін ($T_{\text{найб}}$ және O_2), мүмкін болатын мәнін салыстырумен, отындағы азот құрамының сәйкес келуімен (шамамен тас көмір және қоңыр көмір үшін $\gamma = 0,2$ және 0,3);

Екібастұз және ишид көмірі үшін $K_1 = 1,05$ және 0,95; $T_{\text{найб}}$ - газдың абсолютті ыстықтығы, азот тотығының көп дәрежеде пайда болу аймағындағы, K .



2.2-сүрет - 1, 2, 3, 4 – $T = 1000, 1200, 1600, 1800\text{K}$ ($O_2 = 0,26; 14\%$); 5- = $0,8 \div O_2 = 3\%$; $T = 1200\text{K}$; 6- = $0,38; O_2 = 14\%$; $T = 1200 \text{ K}$; 7, 8, 9, 10, 11, 12 – $T = 950, 1220, 1570$ және 1740K және $O_2 (H_2)$ [2]

2.3 Азот тотығының құрылудың есептеу анализінің нәтижелері

Жұмыстық бағдарламаның бөлек нұсқалары және ЭЕМ-дағы есептеулер нәтижелері 1÷3 кв 1992 жылғы ($\gamma=1,0$) және 1992 жылғы ($\gamma=0,2$) аралық есеп беруінде кестелік түрде келтірілген [12].

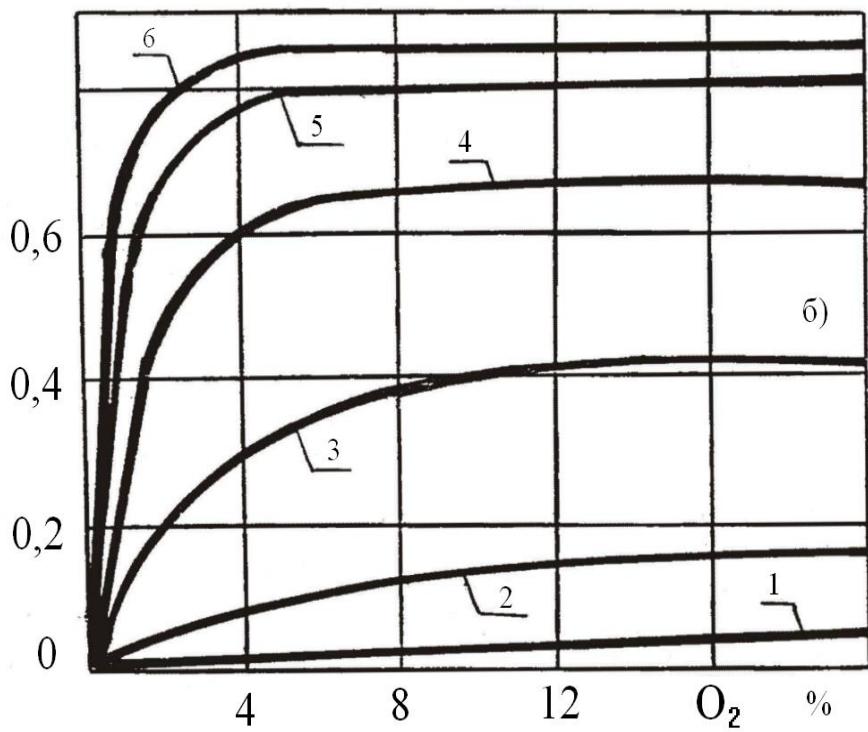
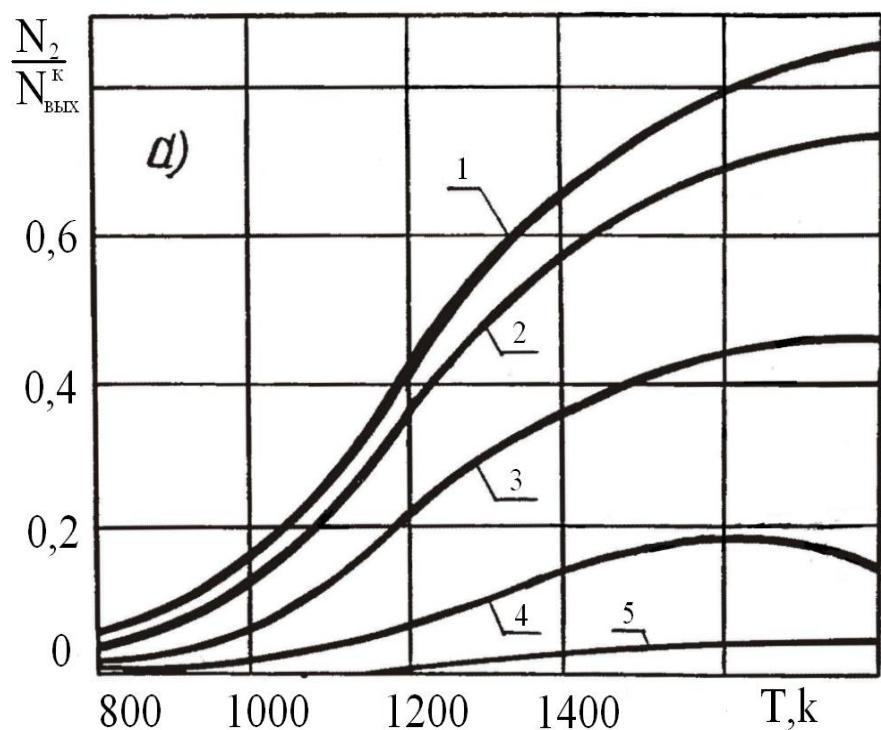
Жеке тұжырымдар мұнда да сыйбалық мәліметтермен көрсетілген.

2.3 суретінде отыннан атомды азоттың термиялық шығуы және үрдістің түрлі мәндеріндегі оттегі мен температураның концентрацияларында оның молекулалық азотқа рекомбинациясының келтіріледі. 2.3, а - суретінде 1 қисығы, оттегі жоқ болғанда атомды азот тотығымен екпіндегі рекомбинерленеді, энергетикалық ошақтық үрдістегі температуралық шарттарда молекулалық азот және ауаның азотына ауысатынын көрсетеді. Ал ауалық азот тотықтары ең үлкен мәндері кезінде $O_2=14\%$ және $T=1800K$, [12] ұсынысында көрсетілгендей, $H_2=0,2c$ болғандағы оындықтан 0,7% төмен құрайды. Егер оттегіні толық рекомбинациядан кейін атомды азотты молекулалыққа енгізсе азот тотығы пайда болмайды (ол 2.4 суретіндегі абсцисса өсі). Дәл осыда ұсынылатын үрдісті фазалық жылжыту әдісінің артықшылығы болады.

Оттектің концентрациясы көп болған сайын, атомда азот молекулалық азотқа азырақ рекомбинирленеді (2.3, аа суретіндегі 2-5 қисығын қарау), өйткені отткетің концентрациясы өсімен химиялық белсенді атомда азот оттегімен тектесді де азот тотығының құрылу дәрежесі ұлғаяды (2.5 суретіндегі 2-4 қисығын қарау).

2.3, б - суретінде, үрдістің температурасы жоғары болған сайын, атомды азоттың шығуы есебі оның молекулалық азотқа рекомбинирленуі жылдам болатыны көрінеді. Осымен қатар азот тотығының қарқанды құрылуды жүреді (2.4 суретінде 4 қисығын қарау) және оттегінің төмен концентрациясында көрсетілген рекомбинация аяқталады (2.3, б - суретіндегі 6 қисығын қарау).

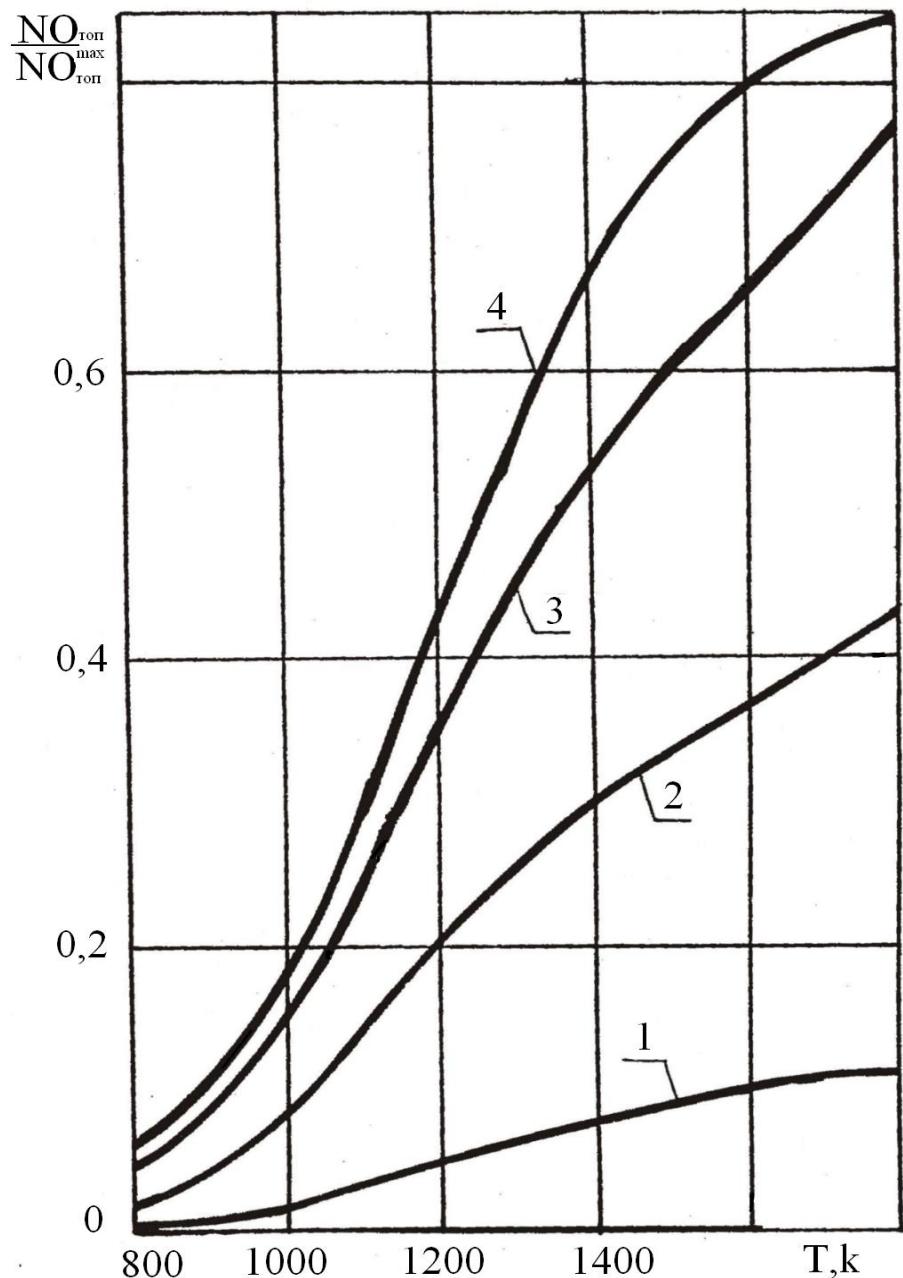
2.3 - суретінде көрсетілгендей, өте қысқа уақытта атомды азот молекулалық азотқа рекомбинирленуі жүзеге асады және қарапайым энергетикалық ошақтық шартарында да: $T=1800\div1600K$; $O_2 3\%$ көп емес (алау түрінде кері қайтады) түтін газдарында бұл рекомбинация 0,04c аз уақытта аяқталады (2.3, а - суретінде 6 және 5 қисықтарын қарау). Сәйкесінше, атомдық азот молекулалық азотқа рекомбинирленуі оттық кесігінен бір метрден көп емес аралықта жүзеге асады.



а) 1,2,3,4,5 – $O_2 = O$ ($N_2 = N_{\text{вых}}$), 1,3,7,14 ($N_2 \%$) ($N_{\text{вых}}^H = 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/\text{H} \cdot \text{м}^2$)

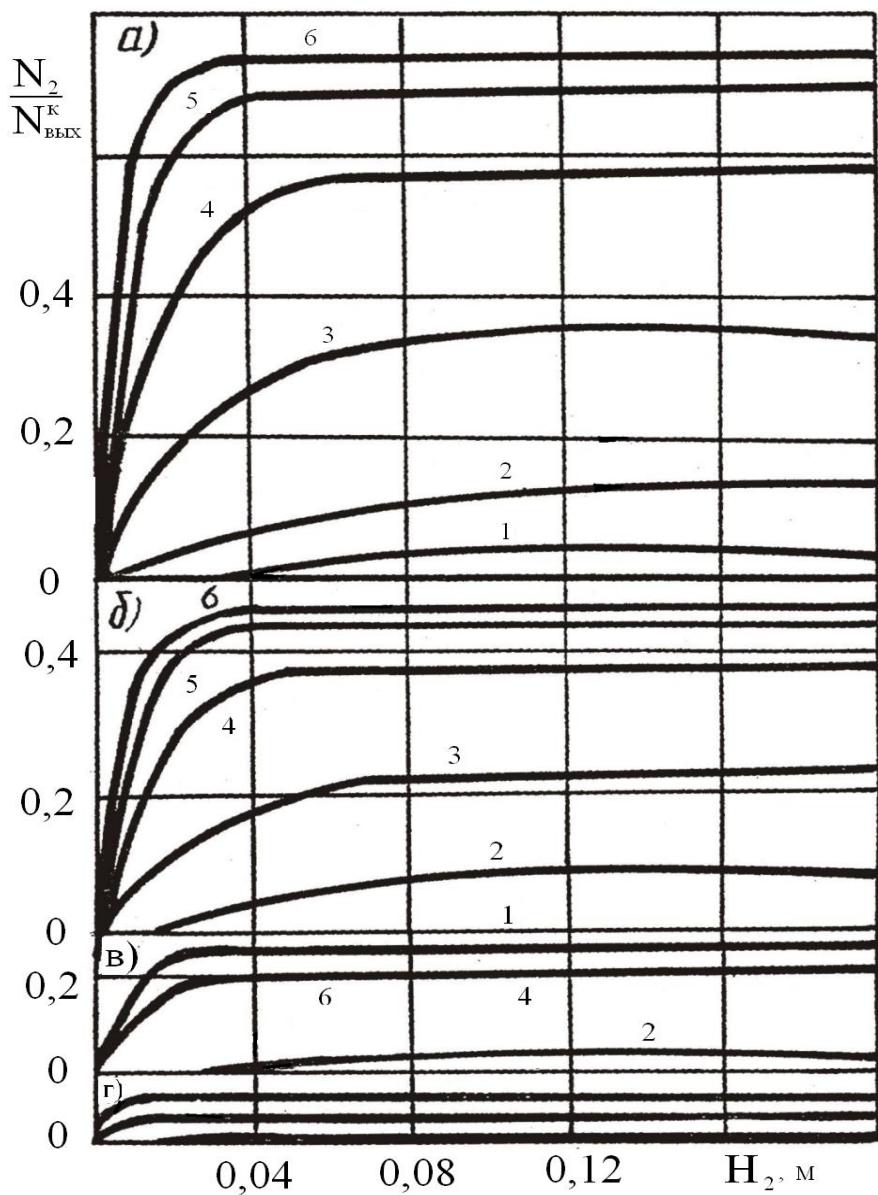
б) 1,2,3,4,5 – $T = 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 \text{ К}$.

2.3-сурет - Эр түрлі O_2 кезіндегі N-ді N_2 -ге қайта қыстырыу



$1,2,3,4 - O_2 = 1,3,7,14\% \quad (N_{top}^{max} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ кг/н}^* \text{м}^2)$.

2.4—сурет - Әр түрлі Т және O_2 кезіндегі NO_{top} пайда болуы



2.5-сурет - Әр түрлі O_2 және T кезіндегі қызығыттан тәуелді N -нен N_2 -ге қайта қиыстыру

а, б, в, г - $O_2 = 1,3,7,14\%$; 1,2,3,4,5,6 – $T = 800,1000,1200,1400,1600,1800\text{K}$

3 Азот оксидтерінің түзілуін сандық моделдеу

Жұмыста SolidWorks программалар пакеті қолданылған. Берілген жұмыста сандық және сапалық берілгендердің негізгі көзі ретінде математикалық моделдеу әдістері арқылы алғынған шамалар жатады.

Жоғарыда аталған бағдарлама өнімдерін қолдану арқылы сандық зерттеу жүргізу үшін, алдымен бастапқы берілетін шамаларды анықтау керек:

- зерттелетін объектінің геометриялық мәліметтерін алу (бұл жағдайда зерттелетін объектінің моделі);

- ортаның есептік облысқа кірердегі режимдік параметрлері (қысым, температура, концентрация, артық ауа, дисперстік және химиялық құрамы т.б.);

- оттық және ошақ қондырғылары жұмысының сипаттамалары бойынша тәжірибелік мәліметтер.

Алынған мәліметтерді талдау оларды осыған дейін жасалып алғынған эксперименттік берілгендермен, сонымен қатар басқа да авторлардың белгілі эксперименттік нәтижелерімен салыстыру арқылы бекітіледі. Алдымен көмір бөлшектерінен отындық азоттың шығуын айқындау керек.

Бағдарлама бойынша есептеуді орындау реті келесідей:

1) бастапқы шамалары мен шарттары беріледі (жұмыс режимі параметрлері, термодинамикалық параметрлері мен молекулярлық тұрақтылары, дифференциалды теңдеулер үшін бастапқы және шекаралық шарттары);

2) осыдан кейін орындалатын есептеулер үшін модель таңдалады;

3) бастапқы қоспаның жану процесінің теңдеулер жүйесі келесі шарттарға сәйкес интегралдалады, жағуға дейін әрбір адымдағы теңдеулер жүйесіне кіретін айнымалы параметрлер, яғни балғын қоспа мен өнімдердің көлемі, қысымы, температурасы және т.б. шамалары анықталады;

4) содан кейін берілген параметрлерге сәйкесті дифференциалдық теңдеулер жүйесі шешіледі және жүйенің ағымдағы термодинамикалық параметрлері анықталады да алынған нәтижелер сызықтық тәуелділіктер түрінде келтіріледі.

Бағдарлама бойынша есепті орындау тәртібі мынадай:

1) бастапқы деректер мен бастапқы шарттар (жұмыс режимінің параметрлері, термодинамикалық параметрлер және молекулалық константалар, дифференциалдық теңдеулер үшін бастапқы және шекаралық шарттар) беріледі;

2) модель таңдалады, оған сәйкес одан әрі есептеулер жүзеге асырылады.

3.1 Көмір шаңының температурасының азот оксидтерінің эмиссиясына әсері

Жану процестерін математикалық модельдеудің нәтижелері шаң-көмір алауында азот оксидтерінің түзілуін эксперименттік зерттеу кезінде алынған мәліметтермен салыстырылуы керек, сондықтан осы зерттеуде қолданылған модельдерді сипаттаймыз.

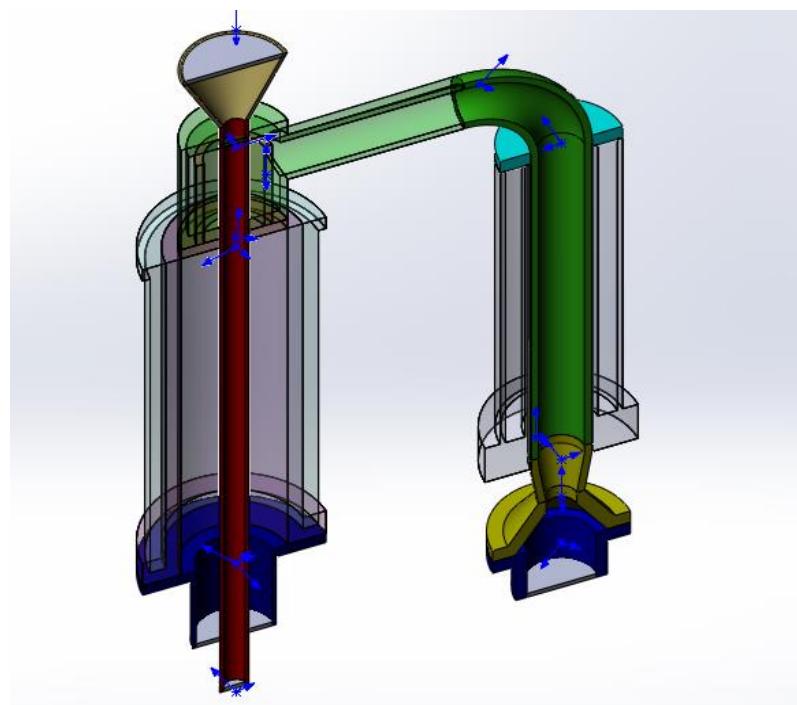
3.1-кесте – Процестің бастапқы параметрлері

Процесс параметрлері	Өлшем бірліктері	сандық мәндер
Ауа шығыны	кг/с	0,08
Көмір шаңын тұтыну	кг/с	0,005
Аргон шығыны	кг/с	0,001
Ауа температурасы	К	300
Көмір шаңының температурасы	К	500-700
Аргон температурасы	К	500

Бұл процесті модельдеу кезінде көмір шаңының температурасы 100 градус қадаммен 500-ден 700-ге дейін өзгерді. Модельденген аймақтың изометриялық көрінісі 3.1 суретте көрсетілген.

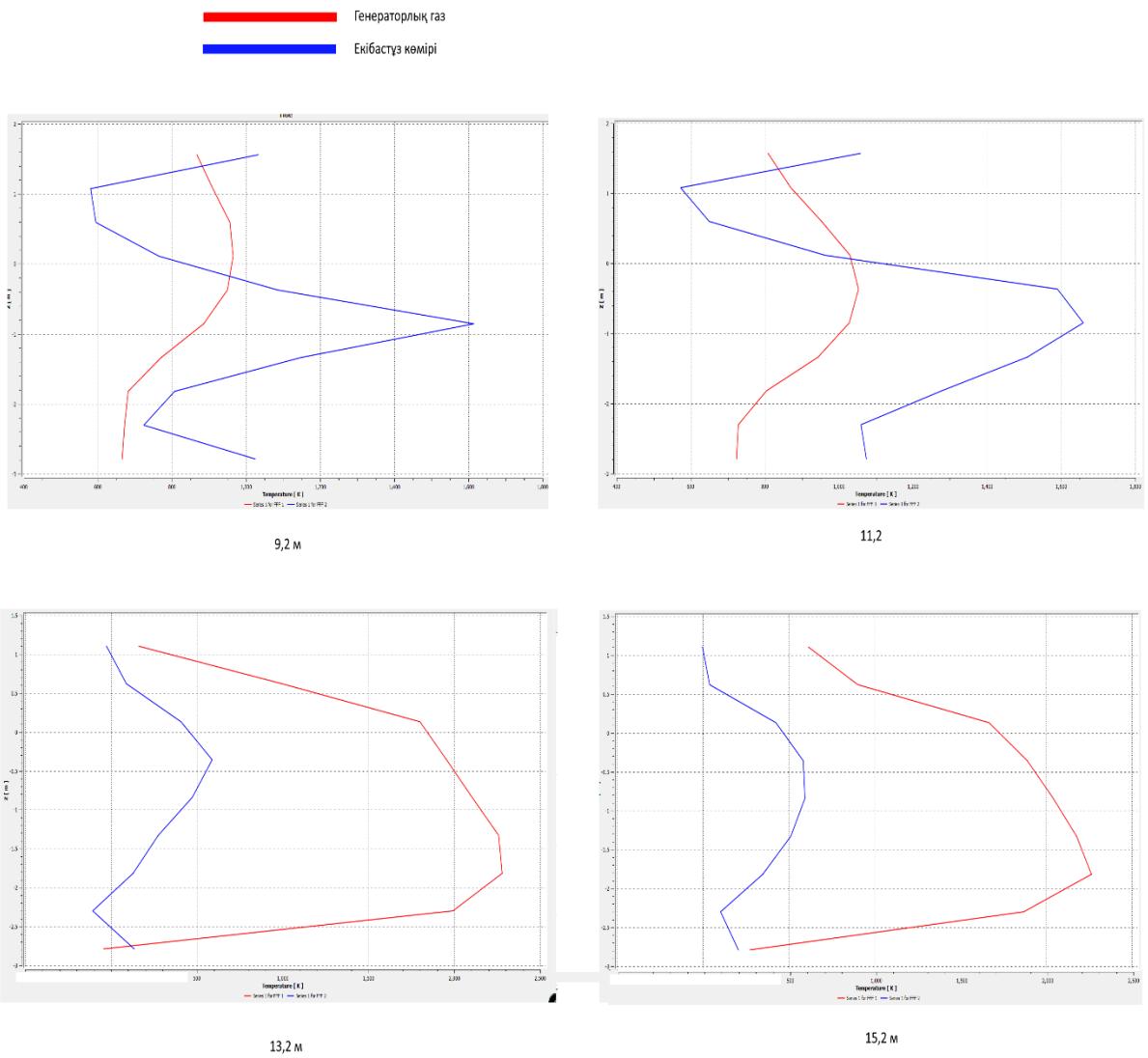
КВТК-100-150 қазандық қондырғысының Екібастұз көмірі мен генераторлық газды жаққан кезде модельдеуі орындалды. Модельдеу нәтижесінде ошақтың ішінде, оттықтар деңгейіндегі, температуралық және жылдамдық контурлары, сонымен қоса ошақ шығысындағы азот totығының концентрациялары алынды.

Модельденген аймақта көмір жоғарыдан беріледі, ал ауа төменнен көмір шаңына қарсы ағынмен жеткізіледі, ал қыздырылған аргон 3.1-суретте көрсетілгендей тангенциалды түрде беріледі.



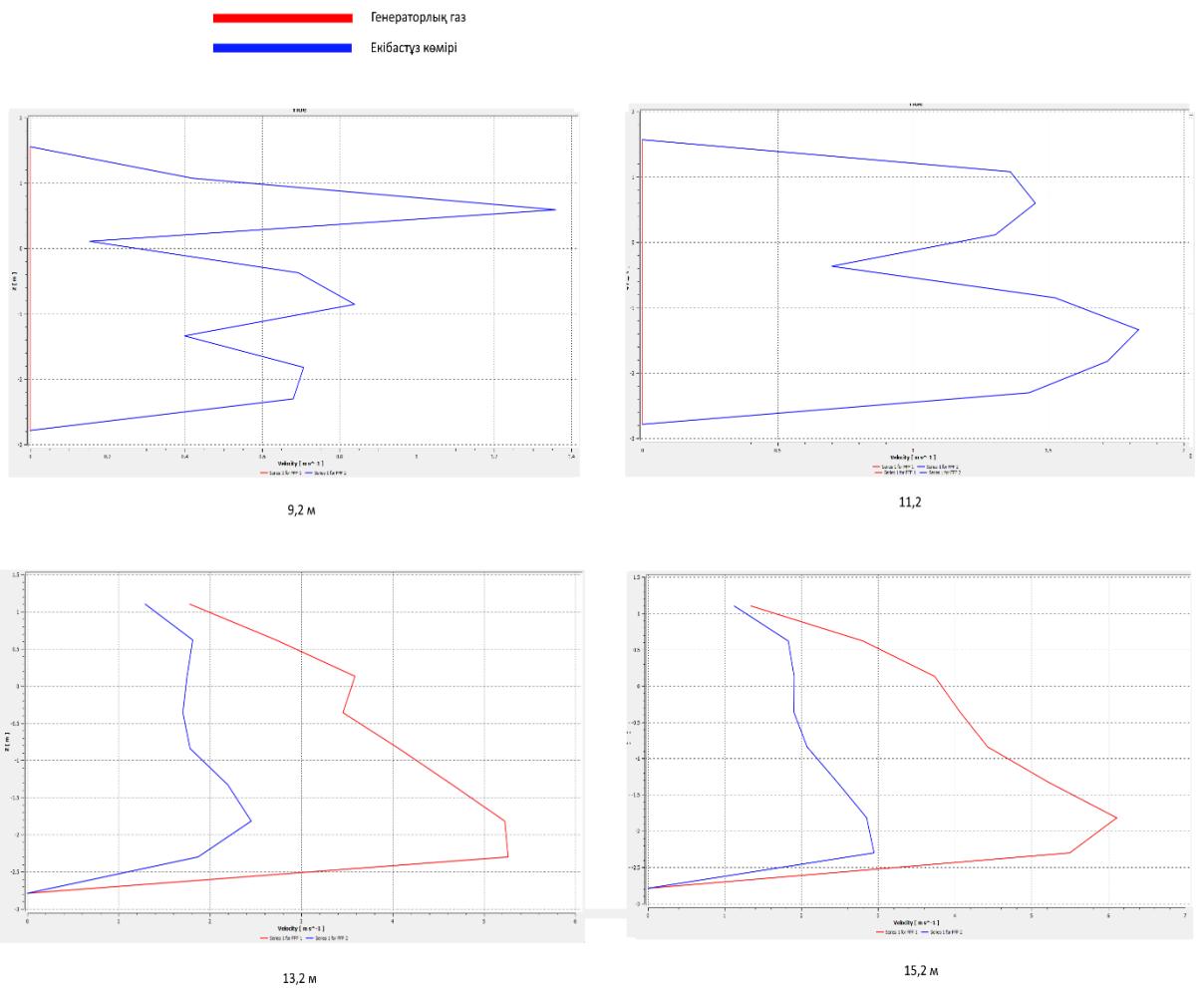
3.1-сурет – SolidWorks бағдарламасында модельденген сыйбасы

Екібастұз көмірі мен генераторлық газ үшін температура таралуы көрсетілген. Көрініп тұрғандай, көмірдің температуrasesы 9,2 мен 11,2 биіктікте төмен мәнге ие. Бұның басты себебі, көмір бөлшегінің газға қарағандағы жану уақытының ұзақтығында. Бірақ қазандықтың жоғарғы радиациялық бөлімінде көмірдің температуrasesы генераторлық газбен қарастырғанда әлдеқайда жоғары екені көрініп тұр. Есептеудің нәтижесінде, қазандықты газға ауыстырыған кезде, экран құбырларының орналасуы мен судың айналу режиміндерін ескеру керек екені анық.



3.2-сурет - Биіктік бойынша температуралардың таралуы, К

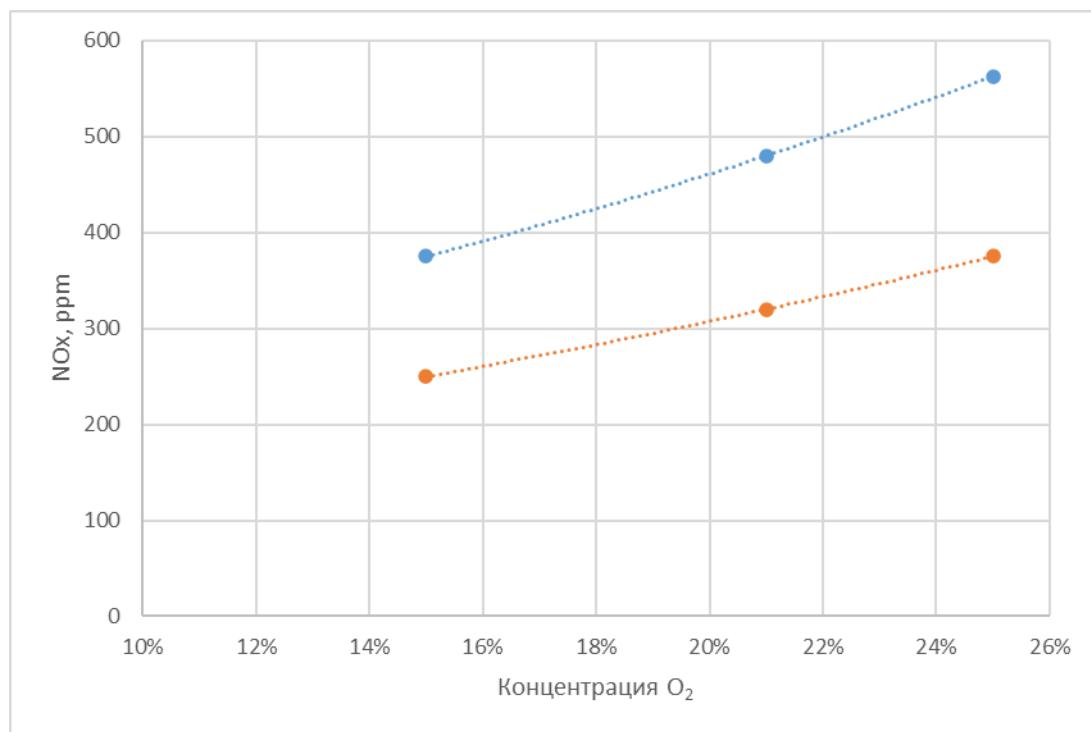
3.3 – суретте КВТК-100-150 қазандығының тік бөліміндегі Екібастұз көмірі мен генераторлық газ үшін жылдамдықтардың таралуы көрсетілген. Көрініп тұрғандай, көмірдің бөлшектерінің инерттілік дәрежесі жоғары болғандықтан 9,2 және 11,2 метр биіктікегі жылдамдықтары газға қарағанда әлдеқайда жоғары. Бірақ көмірдің салмағы жанған сайын азайғаннан, олардың жылдамдығы газдардың жылдамдығынан 13,2 және 15,2 метр биіктігінде азырақ болады. Бұл нәтижелер, қазандықты газға ауыстырыған кезде ескерілуі қажет.



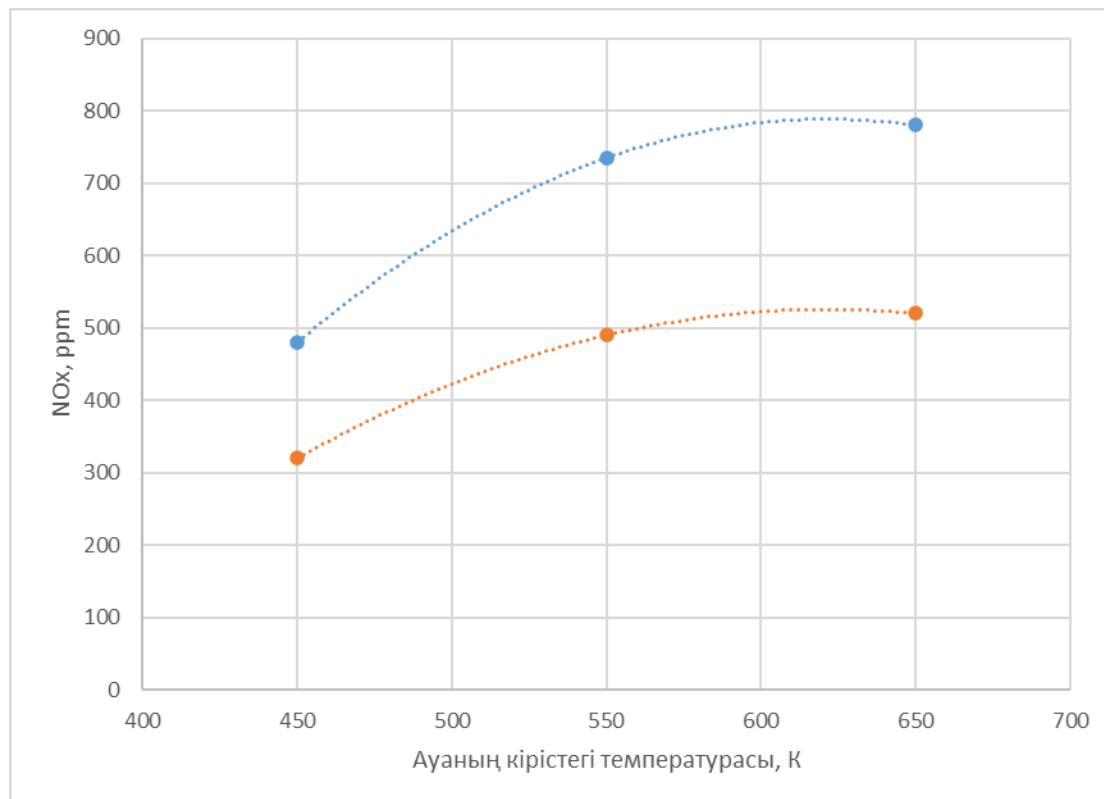
3.3-сурет - Биіктік бойынша жылдамдықтардың таралуы, м/с

3.1-кесте – Модельдеу кезіндегі көрсеткіштер

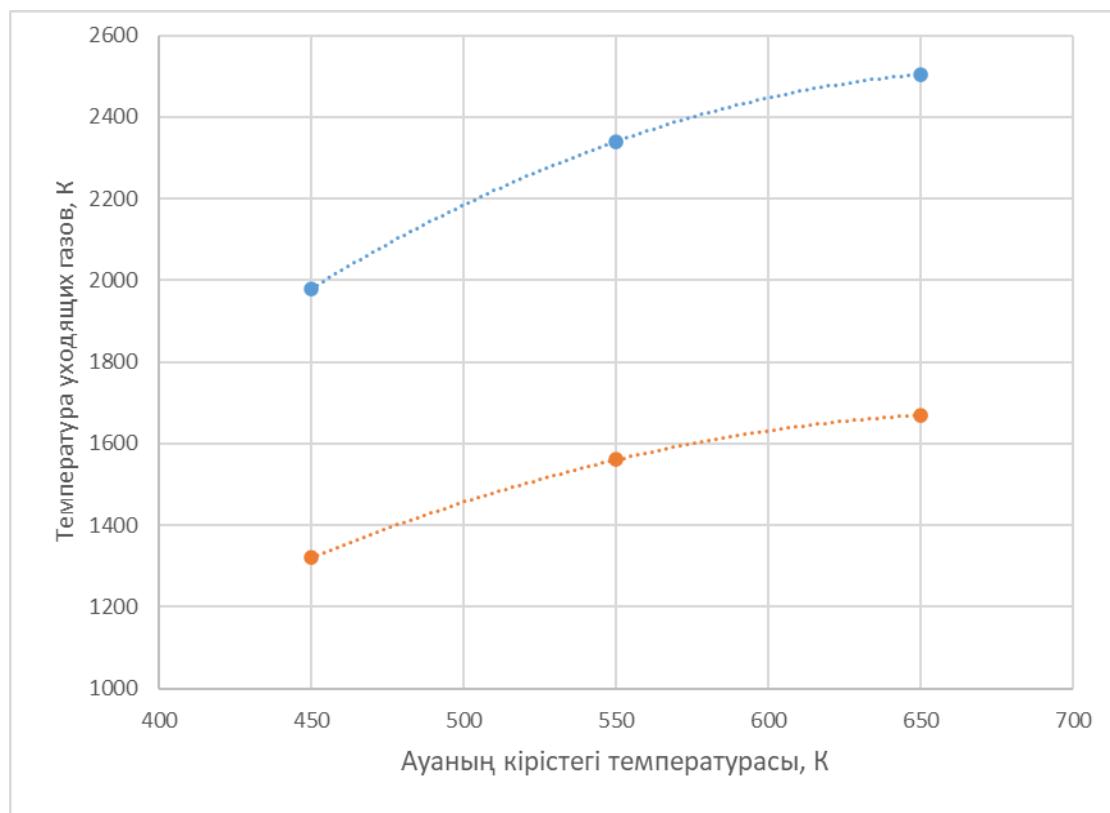
№	Параметр	
1	Оттықтағы ауаның артықтық коэффициенті	1,2
2	Екібастұз көмірін жағу кезінде КВТК-100-150-4 қазандығының газ құбырларындағы күл концентрациясы	Есептелмейді
3	КВТК қазандық түтінінің төменгі ағындағы түтін газдарының энтальпиялары	Конвективті бөлігі үлгіленбекен
4	Түтін газдарының массалары мен шығындары; үш атомды газдардың көлемдік үлестері	Түтін газының шығыны 11,4 кг/с



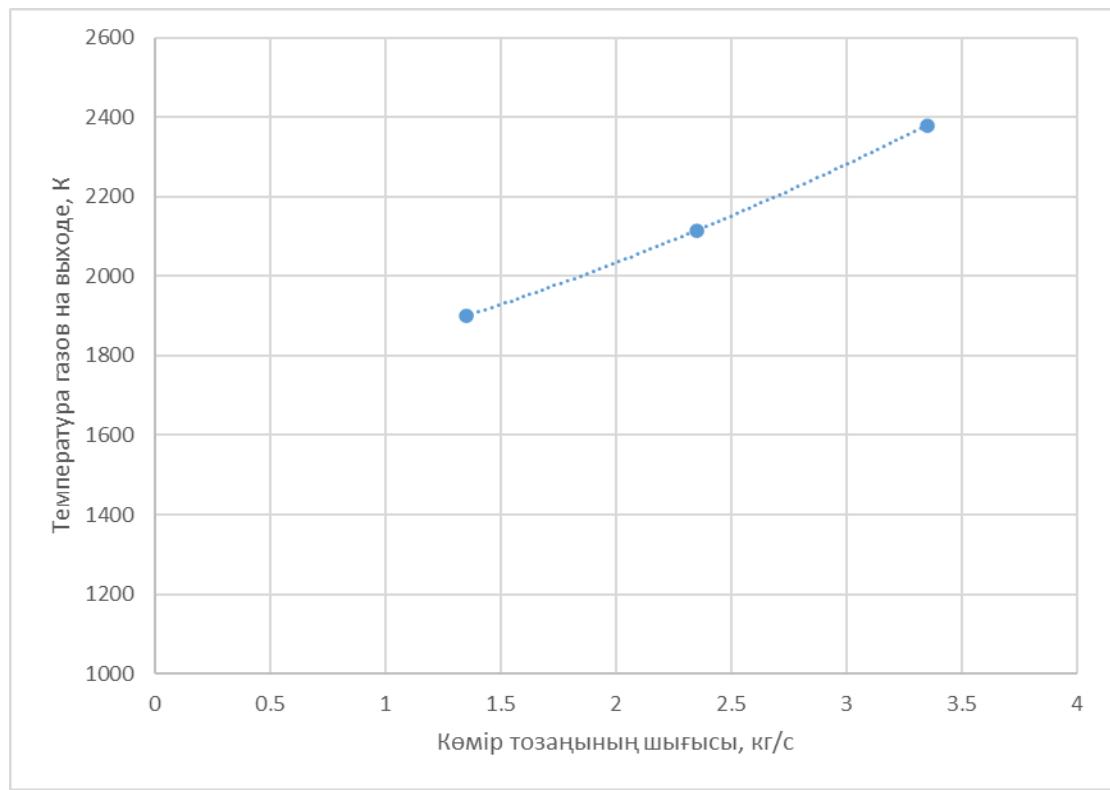
3.4-сурет – Азот тотығының біріншілік аудағы оттегіден тәуелділігі



3.5-сурет – Азот тотығының біріншілік ауаның температурасынан тәуелділігі



3.6-сурет – Азот тотығының біріншілік ауаның температурасынан тәуелділігі



3.7-сурет – Газдар температурасының көмір тозаңының шығысынан тәуелділігі

Математикалық моделдеу әдісі арқылы отын азотының оксидтерін қалыптастыру кинематикасын ескере отырып, ауа қоспасындағы шоғырланған көмірдің концентрациясын жоғарылату және оттегі концентрациясының әртүрлі мәндерінде, температура мен процестің әртүрлі уақытында Екібастұз көмірін жағу арқылы азот оксидтерінің пайда болуының сандық мәндері анықталды.

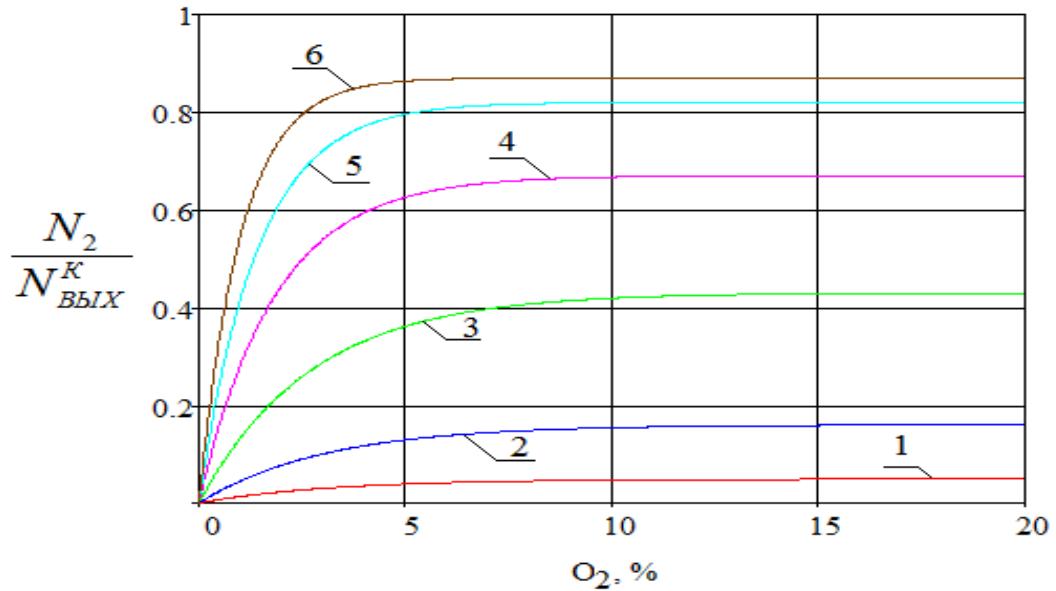
Есептеу нәтижелері басқа авторлардың белгілі деректеріне сәйкес келеді. Азот оксидтерін қазіргі заманғы нормативтік талаптар деңгейіне дейін азайтуға мүмкіндік беретін, ауаны фазалық жылжытумен отынның пиролизі арқылы азот оксидтерінің пайда болуын болдырмау үшін оттехникалық әдіс ұсынылды.

Ұсынылған әдістің жаңадан жобаланатын немесе жетілдірілетін оттық құрылғыларына қатысты қазіргі әдістерге сәйкес салыстырғанда экологиялық және экономикалық артықшылықтары белгіленді.

Ауаның оптималды кідірісі әдісі. Жанағының жұмыс істеу барысында 11 аймағында газдандыру өнімдерінің басында азот оксидтерінің өлшегіші сорушы құбыр орнатылады. Үшінші реттік ауаның айналу деңгейін өзгертуімен (5 реттелітін құйыннатқыштың көмегімен) ауаны алауға беру орынын аустырып сонымен қатар Nox азот оксидтерінің шығысын реттейді. Ауаны беру орынын тұтану аймағынан бастапқы газдандыруға 6 ауыстырған кезде Nox азот оксидтерінің шығу деңгейі отынның бос атомдары N азот пен O₂ оттектің тотығуынан болады. Ауа беру орынын керісінше ұшпа заттарының жалындану аймағынан белсенді жану аймағына ауыстырғанда, бастапқы газдандыру аймағындағы азот атомдарының құрт төмендеуінен (N+N=N₂ қайта әрекет ету нәтижесінде) азот оксидтерінің шығысы азаяды. Бұл ретте осы аймаққа берілетін ауа температрасының өсу нәтижесінде азот оксидтері пайда болуы мүмкін. Сондықтан азот оксидтерінің пайда болуын тиімді төмендету үшін ауа беруден кейінгі газдандыру өнімдерінің жану аймағындағы көміртозаң алауының бастапқы газдандыру аймағын іздеу керек.

Жоғарыда келтірілген эксперименттер мен есептеу нәтижелерінің негізге ала отырып, газдандырудары ұшпа компоненттерінің бастапқы тұтануы мен ауаны беру арасындағы уақытқа байланысты кідіртуінің әсері 0,1-0,4 с шегінде болғантығын (Екібастұз көмірі үшін) төменде келтірілген осы әдістің іс жүзінде қолданылуынан көруге болады.

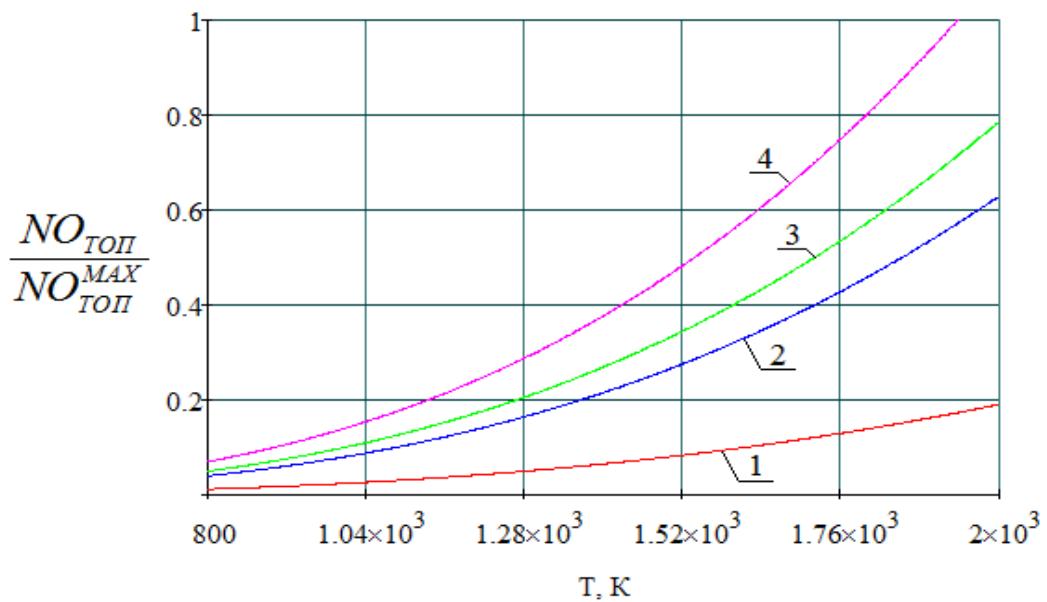
Жоғарыда келтірілген есептеу нәтижелерінен көрініп тұрғандай өте қысқа мерзімде және отын процесінің қалыпты жағдайында болады. Тұтін газдарынан артық емес, бұл рекомбинация s-тен аз уақытпен аяқталады (3.11-суреттегі 6 және 5 қисықтар). Демек, толық ауқымды жану процесінің қалыпты жағдайында атомдық азоттың молекулалық азотқа рекомбинациялануы оттық шығысынан бір метрден аспайтын қашықтықта жүреді, бұл шамамен оттық шумегінен өлшемсіз қашықтыққа сәйкес келеді.



$T = 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 \text{ K}$: - (тиісінше 1, 2, 3, 4, 5, 6 қисықтары)

3.11–сурет - Әртүрлі оттегі концентрацияларында атомдық азоттың рекомбинациясы $O_2 = 1,5,10,15,20\%$ және температуралар

Технологиялық аймақта температураның $T = 800 - 1800 \text{ K}$ және оттегі концентрациясының өзгеруіне байланысты азоттың отын оксидтерінің түзілуін есептеу нәтижелері 3.12-суретте көрсетілген (тиісінше 1,2,3,4 қисықтары есептелген).



3.12 – сурет. Азот оксидінің әртүрлі T және O_2 кезінде түзілуі, 1, 2, 3, 4 –

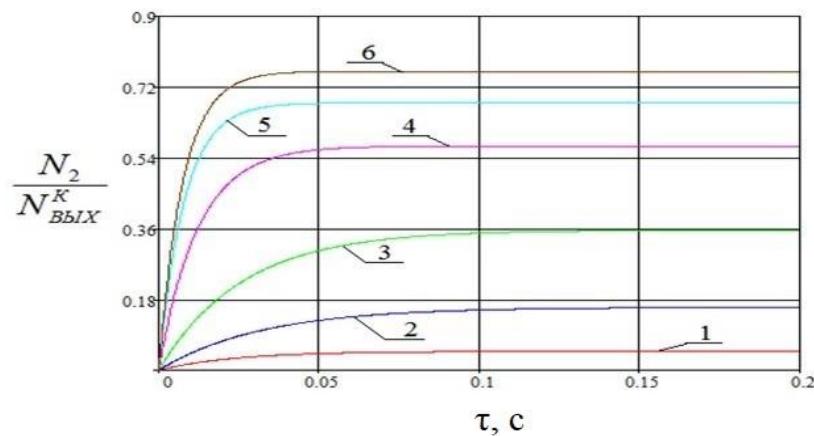
$$O_2 = 1, 3, 7, 14 \% \quad N_{TOP}^{MAX} = 4 \cdot 10^{-4} \frac{K\cdot s}{m^3}$$

3.12-суретте көрсетілген нәтижелерден ағын температурасының төмендеуі NOx түзілуінің төмендеуіне әкелетінін көруге болады. және төмен температурада азот оксидтері негізінен отын азотынан түзіледі.

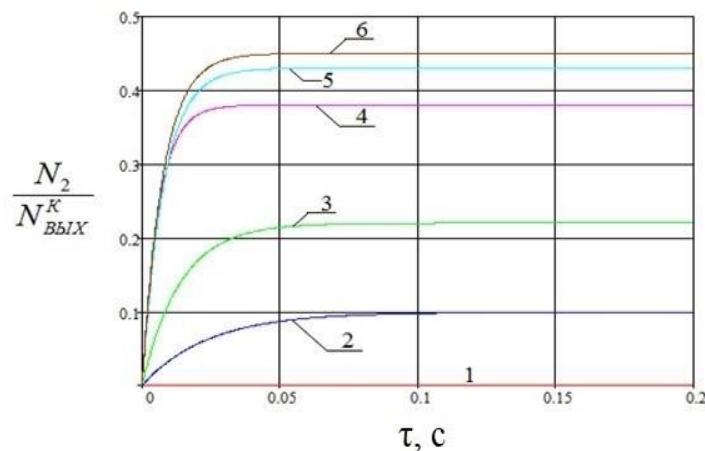
Тасымалдаушы ағындағы оттегі концентрациясының төмендеуі NO түзілуінің күрт төмендеуіне және азот оксидтерінің соңғы шығымының төмендеуіне әкелетінін де көруге болады.

Атомдық азоттың молекулярық азотқа рекомбинациялану процесі оттегі концентрациясының әртүрлі мәндерінде O₂ (3.13-сурет, а, б, в графиктері) және T температурасы, оның деңгейінде қазандық пештегі нақты жану процесінің температуралырағына сәйкес келеді.

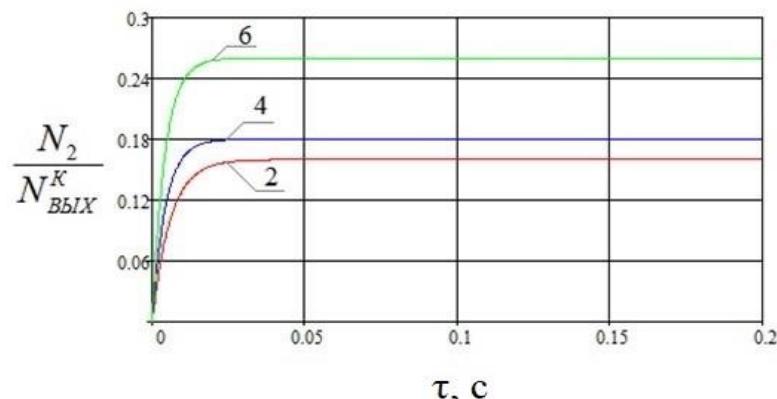
(3.11-сурет, 1,2,3, 4,5,6 қисықтары) реакция аймағында рекомбинация өте қысқа уақытта (0,4 с-тан аз) жүреді . Демек, қазандық қондырғысындағы ұнтақ көмір алауының жану аймағындағы рекомбинация аймағы оттық саптамасының шығуынан бір метрден аспайтын қашықтықта орналасқан деп қорытынды жасауға болады.



a)



б)



в)

3.13-сурет - Атомдық азоттың N -нің N_2 әртүрлі концентрациялардағы рекомбинациясы (а, б, в графиктері): сәйкесінше $O_2 = 1, 3, 7, 14\%$ және температура T ($T = 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800$ К) 1, 2, 3, 4, 5, 6 - сәйкесінше рекомбинация процесінің уақытына байланысты [50.]

Жоғарыда келтірілген есептелген мәліметтерден (3.11-3.13-суреттер) азот оксидтерінің негізгі түзілуі көмір бөлшектерінен ұшқыш заттардың бөліну аймағында болатыны шығады.

Төмен температурада (900 К-ден төмен) ұшпа заттар жанбайды, азоттың отын оксидтері түзілмейді деуге болады [50].

Бұл жағдайда 900 К жоғары температура диапазоны ерекше қызығушылық тудырады, мұнда азот оксидтерінің түзілуі басталады және азот оксидтерінің түзілуі шекті мәнге жететін температура диапазонына дейін.

4 Экономикалық бөлім

Жұмыстың мақсаты энергетикалық саланың экономикасында теориялық білімдерді электр және жылу энергиясының белгілі бір өндіру көлеміндегі шарттары бойынша олардың өзіндік құндарын практикалық және инженерлік-экономикалық есептеу жолы арқылы нығайту болып табылады. Есептеулерді жүргізу нәтижесінде студенттер электр және жылу энергиясын жіберудің құраушыларын анықтаудың әдістемесін менгереді және энергетика саласында инвестициялық талдау әдістерін практикада қолдануға дағыланады.

Қазақстан электр стансаларының техникалық ахуалын талдау олардың негізгі қорларының 50-60%-ы тозып, өзінің қызмет ету мерзімін әлде қашан өтеп болғанын көрсетеді. Кейбір стансаларда қазіргі уақытқа дейін 40 жылдардағы, көбінесе Германияда жасалған жабдықтар жұмыс істеуде. Кеңес үкіметі тарағаннан кейін барлық ТМД елдерінің экономикалық даму деңгейі екі есеге төмендегені белгілі, соған сәйкес электр энергиясын өндіру мен тұтыну да төмендеді. Соңғы жылдарда Қазақстан экономикасының тұрақты өсуі байқалып келеді, бұл энергияны тұтынуды өсірді. Энергетиканың нарықтық қатынастарға өтуі ұлттық-шаруашылық салаларының үйлесімсіз өсуі, тұтынылған энергияға төленбеген қалдық қарыздар және энергетикалық жабдықтардың тозуы бір жағынан жаңа қазіргі заманғы электр стансаларды салуды қажет ететін болса, ал екінші жағынан стансаларға тұрақты қаржыландыруға мүмкіндік бермейді. Әлемдік тәжірибеде мұндай экономикалық жағдайларда (тіпті оданда күшті) ірі энергетикалық нысандарды (стансалар, электр желілері) салу мемлекеттің қолдауымен, демек бюджеттік қаражат есебінен жүргізіледі. Еске сала кететіні, мемлекеттік қаржыландыру үлесі 60-80%-ға жетуі мүмкін. Бұл мемлекеттің стратегиялық нысандарды басқаруды сақтап қалуына мүмкіндік береді. Қаражаттың қалған бөлігі акционерлік қоғам құру жолымен банктерден женілдетілген мемлекеттік несиeler алынады. Ирі энергетикалық нысандарды қаржыландырудың бұл стратегиясы өте үлкен капиталдық салымдарға, жұмсалған қаржылардың қайтарылуының ұзақ мерзіміне байланысты болады және ол ұлттық экономиканың бастапқы даму кезінде энергетиканың қалыпты жұмыс істеуінің өзіндік ерекшеліктерінің бірі болып табылады.

ЭГРЭС-1 салу мен оны пайдаланудың бизнес жоспары тақырыбында орындалады.

Есептеу үшін бастапқы берілгендер ретінде электр және жылу энергияларының жылдық өндіру көлемдері және 1 кВт·сағ электр энергиясы мен 1 Гкал жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын шартты отынның меншікті шығысы, отын түрі, оның жылу шығару қабілеті (ккал/кг көмір үшін және теңге/m³ газ үшін), отынның бағасы (теңге/т.о.т. көмір үшін және теңге/m³ газ үшін), қатты отынның шығарылу көзінен стансаға дейінгі тасымалданатын ара қашықтығы беріледі (1 кестені қараңыз).

4.1-кесте - Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

жылдық өндіретін электр энергия	Эөнд	млн.кВтсаф	4000
жылдық өндіретін жылу энергия	Qөнд	тыс.Гкал	2230
жану жылу өнімділігі	Qб	ккал/м ³	4800
отын бағасы	Бот	тг/тот	1900
отынға дейінгі арақашықтық	R	км	0
қондырғының максималды жұмыс істеу уақыты	T _м	саф.	5200
шартты отын шығыны кВтсаф	b _ө	ш.о.г/кВтч	190
шартты отын шығыны Гкал	b _т	кгут/Гкал	170
отынды тасымалдау құны		тг/т км	0,8
газ тығыздығы	ρ	кг/м ³	0,83
негізгі еңбекақының шамасы 1қызы	Шнеа	тыс.тг	746,5
қосымша еңбекақының шамасы 1қызы	Шқеа	тыс.тг	112,0
еңбек ақыдан алын. төл. әлеум. салық 1қызы	Шеea	тыс.тг	184,6

Қатты отынның тасымалдану құнының шамасы 0,8 тенге/т-км. Есептеулерде газдың тығыздығын 0,83 кг/м³ деп қабылдайды.

4.1 ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау

Электр стансасының жұмысы кезінде өндірілетін энергияның бір бөлігі стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалады. Электр энергиясының бұл шығысы қондырғының типіне және оның бірлік қуатына, қолданатын отын түріне, негізгі және көмекші қондырғылардың техникалық жетілу дәрежелеріне және стансада техника мен қаржы саясатын дұрыс жүргізуге байланысты болады. Стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалатын электр энергиясының шығысы - 6 дан 16%-ға дейін.

Есептерде өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр энергиясының шығынын - 7% (Э_{ө.м.}), ал жылу энергиясына - 0,5 % (Q_{ө.м.}) деп қабылдау керек.

Электр және жылу энергияларының жылдық жіберулері келесі кейіптемелермен анықталады

$$\mathcal{E}_{жіб} = \mathcal{E}_{өнд} * (1 - \mathcal{E}_{ө.м.}) = 4000 * (1 - 0,07) = 3720 \text{ млн. кВтсаф},$$

$Q_{жіб} = Q_{өнд} \cdot (1 - Q_{ө.м.}) = 2230 \cdot (1 - 0,005) = 2219 \text{ мың Гкал}$
мұндағы $\mathcal{E}_{өнд}$ және $Q_{өнд}$ – электр және жылу энергиясының жылдық өндірілуі (1-кестені қараңыз).

4.2 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны

$$B_{\text{Э}} = Эо \cdot b_{\text{ж}} = 3720 \cdot 190/1000 = 706,80 \text{ мың ш.о.т},$$

$$B_{\text{Ж}} = Qо \cdot b_{\text{ж}} = 2219 \cdot 170/1000 = 377,20 \text{ мың ш.о.т.}$$

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны

$$B_{\text{ш}} = B_{\text{Э}} + B_{\text{Ж}} = 706,80 + 377,20 = 1084 \text{ мың ш.о.т.}$$

Отынға және оның тасымалына жұмсалатын шығындар табиғи отын бойынша анықталса, онда отынның шығысы бойынша анықталған шамаларды табиғи отынға айналдыру керек.

Табиғи отынның шығысы келесі түрде болады

$$B_{\text{т}} = B_{\text{ш}} \cdot K_a = 1080 \cdot 0,87 = 743,32 \text{ мың т.о.т.}$$

K_a - шартты отынды табиғи отынға аудару еселеуіші шартты және табиғи отынның жылу шығару қабілетінің қатынасынан шығады (барлық берілгендер 1-кестеде көрсетілген).

Қатты отынның бір т.о.тоннасын тасымалдауға жұмсалатын шығындар

$$B_{\text{тасым}} = R \cdot 0,9 = 0 \cdot 0,9 = 0 \text{ теңге/т.о.т.}$$

Магистралды газ құбыры бойынша табиғи газды әкелу және оны стансаға дейін жеткізуге жұмсалатын шығындар газды сатып алу бағасына кіреді.

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы төмендегі кейіптемемен табылады

$$Ш_{\text{отын}} = B_{\text{т}} (B_{\text{отын}} + B_{\text{тасым}}) = 743,32 \cdot (1900 + 0)/1000 = 1412,303 \text{ млн. тенге.}$$

4.3 Отынды қолданудың ПЭЕ-ін есептеу

ПЭЕ-і бірге тең құрылғыда 1 кВт·сағ электр энергиясын алуға 123 ш.о.г, ал 1 Гкал жылу энергиясына - 143 ш.о.кг қажет екені белгілі. Өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр және жылу энергиясының шығындарын ескергендеңі отынды пайдалы пайдалану еселеуіші

$$\text{ПЭЕЭ} = 123 : b_{\text{ж}} \cdot 100 = 123/190 * 100 = 64,73\%,$$

$$\text{ПЭЕЖ} = 143 : b_{\text{ж}} \cdot 100 = 143/170 * 100 = 84,1\%.$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады

$$\text{ПЭЕ} = \frac{0,86 \cdot \text{Эжіб} + \text{Qжіб}}{7 \cdot \text{В}} \cdot 100 = \frac{(0,86 \cdot 3720 + 2219) \cdot 100}{(7 \cdot 1084)} = 71,4 \%$$

мұндағы 0,86 – электр энергиясын жылуға аудару еселеуіші;
7 – шартты отынның жылу шығару қабілеттілігі, 7000 ккал/кг.

4.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

ЖЭО-да су шығыр шықтандырыштарында буды салқындатуға, жылумен қамдау жүйелерін толықтыруға, генераторлар мен трансформаторлардың салқындатылуына, күлді тазалауға және т.б. шығындалады. Стансалардың сумен қамдау жүйесіне (тікелей, айналмалы) сәйкесті су шығындарының шамалары да әртүрлі болады. Қазақстандағы стансалардың біріндегі суға кететін шығынның көлемі 0,14 теңге/ кВт·сағ аралығында екен. Күрделі есептер үшін сумен қамдаудағы шығындар келесідегідей табылады

$$Ш_c = \mathcal{E}_c \cdot (0,15) = 2230 \cdot 0,15 = 600 \text{ млн.теңге.}$$

4.5 Еңбекақы шығындарын есептеу

Өндірісте және қызмет көрсететін ЖЭО-ының өнеркәсіптік-өндірістік персоналға (ӨӨП) жұмсалатын еңбекақыларды анықтау үшін оның санын білу қажет. ӨӨП-лар - пайдалану, жөндеу және әкімшілік-басқару деп жіктеледі. Олардың саны негізінен негізгі энергетикалық қондырығының қуаты мен санына, қолданатын отын түріне, жөндеу жүргізу тәсілдеріне тәуелді болады.

ӨӨП санын электр стансасында 1 МВт орнатылған электр қуатына қанша адам саны кететінін көрсететін штаттық еселеуіш арқылы анықтауға болады. Стансаның орнатылған электр қуатын осы қуатты пайдаланудың максималды сағат саны және электр энергиясын жылдық өндіру шамасы арқылы анықтауға болады, яғни

$$\text{Норн} = \frac{\mathcal{E}}{T} = 457 \text{ МВт}$$

Орнатылған қуатты пайдаланудың максималды сағат саны T_m -ді есепте 5400 сағат деп аламыз. ЖЭО жылу энергиясын - жалпы тұрғын үй және қоғамдық күрылымдар аймағын жылуландыру және ыстық сүмен қамтамасыз етуге жібереді.

Қазақстанның кейбір стансаларындағы жұмысшылардың саны туралы әдеби және іс-жүзіндегі мәліметтер бойынша штаттық еселеуіштің орташа мәндерін алуға болады ($K_{ш}$): орнатылған қуаты 500 МВт-тан жоғары ЖЭО үшін - 1,3 - 1,5 адам/МВт, қуаты 500 МВт-тан аз болса - 1,6 - 1,8 адам / МВт. Тапсырмада көрсетілгендей ЖЭО табиги газбен жұмыс істегендегі $K_{ш}$ шамасы 15 - 20 % -ға төмендейді.

Стансаның қызметкерлер саны төмендегідей анықталады

$$KC = K_{ш} \cdot K_{опн} = 457 \cdot 1,8 = 823 \text{ адам.}$$

Еңбекақының қосынды қорына кіретіндер:

– негізгі еңбекақы ($Ш_{нea}$), оған энергияны өндірудің технологиялық үрдісте айналысатын жұмысшылардың еңбекақысы кіреді, сонымен қатар жұмыс істелген уақытпен байланысты (тарифтік мөлшерлемелер және міндетті айлық ақылар, еңбекақы қорынан алынатын жұмысшылардың сыйақылары, мерекелік күндер мен түнгі уақыттағы жұмыс үшін төленетін қосымша төлемдер және т.б.) ақылар да кіреді.

– қосымша еңбекақыға ($Ш_{кеa}$) жұмыс уақытына байланысты емес (кезекті, қосымша және оқуға байланысты демалыстарға және мемлекеттік міндеттерді орындауға байланысты төлемдер және т.б.) төлемдер кіреді.

– еңбекақыдан алынатын төлемдерге ($Ш_{еaa}$) әлеуметтік салықтар және зейнеткерлік қорға түсетін аударылымдар кіреді.

Еңбекақының қосынды қорын анықтайтын кейіптеме мынаған тең

$$Ш_{еa} = Ш_{нea} + Ш_{кеa} + Ш_{еaa} = 746,5 + 112,0 + 184,6 = 1043,06 \text{ млн.тенге.}$$

Орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы $Ш_{еaa}$ бір қызметкерге 750 мың теңге деп қабылданады. $Ш_{кеa}$ шамасы $Ш_{нea}$ шамасының 10-15 % мөлшеріне тең деп алынады. Еңбекақыдан алынатын аударылымдар $Ш_{еaa}$ (әлеуметтік салық және зейнеткерлік қорға аударылымдар) $Ш_{нea}$ және $И_{кеa}$ қосындысының 11% мөлшеріне тең деп қабылданады.

4.6 Амортизациялық аударылымдарды есептеу

Амортизациялық аударылымдар жабдықтардың табиги және моральдық тозуын қаржылай орнын толтыру екені белгілі және күрделі жөндеу жүргізу мен тозған жабдықтардың орнына жаңа жабдықтар алуға (реновация) жұмсалады. Амортизациялық аударылымдар стансаның қосынды капиталдық салымдар шамасынан (әдетте әдебиеттерде аталатын: негізгі өндірістік қорлар,

мекемелердің негізгі активтері, негізгі капитал) пайызбен алынады. Әрбір жабдыққа жұмыс уақытына және өндірістік үрдістегі өндірістік қорлардың тағайындалуына байланысты амортизациялаудың өз нормалары белгіленген. Амортизацияның шектік нормалары КР Президентінің №2235 24.04.95 ж., заң күшіне ие Қаулысына байланысты белгіленеді, амортизация нормаларын одан жоғары қолдануга болмайды.

Негізгі өндірістік қорлар (капиталдық салымдар) бағасын анықтау үшін алдын ала есептеулер жүргізгенде ТМД елдері мен шет елдерде меншікті капитал салымдары көрсеткіші $K_{менш}$ кеңінен қолданылады. Оның мәні тіпті бір типті стансалар ішінде блоктарының қуатына, олардың санына, пайдаланылатын отынның түріне және экологиялық талаптарға байланысты кең ауқымда жатады. Есептеулерде $K_{менш}$ шамасы белгіленген қуаты 800 МВт, ЖЭО үшін - 500 \$/кВт, 200 МВт - ЖЭО үшін - 800 \$/кВт деп қабылданады. Осы қуаттары диапозонына жататын стансалар үшін $K_{менш}$ сәйкес үлесте қабылданады. АҚШ долларының бағасын есептеуде 150 теңге деп қабылдау керек

$$K = K_{менш} \cdot N_{опн} = (671,5 \cdot 130 \cdot 1000 \cdot 457) / 1000000 = 39893,8 \text{ млн. теңге.}$$

Орташа есеппен блоктардың және стансаның жалпы қуатына, пайдаланылатын отын түріне байланысты амортизациялау нормасы 6 - 8 % аралығында болады. Жалпылама есептеулер жүргізу үшін амортизациялық аударылымдар нормаларын K шамасының 7% мөлшерінде қабылдау керек

$$Ш_a = 0,07 \cdot K = 0,07 \cdot 39893,8 = 2792,6 \text{ млн.тенге}$$

4.7 Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу

Бұл шығын құраушысына өндірістік жабдықтарға ағымдағы жөндеу жүргізуге кететін шығындардан басқа техникалық қарап шығуға және жұмыс кезіндегі жабдықтарды жұмысқа қабілетті күйінде ұстап тұруға (сұрту және майлау материалдары) кететін шығындар жатады және мына шамада анықталады

$$Ш_{ж} = 0,15 \cdot Ш_a = 2792,6 \cdot 0,15 = 418,89 \text{ млн.тенге.}$$

4.8 Шығарындыларға төлемдерді есептеу

Зиянды заттарды шығаруға төленетін ақы мөлшері шығарындылар көлеміне байланысты. Олар өз кезегінде жағылатын отын түріне (көмір, газ, мазут), оның мөлшеріне және зиянды заттарды ұсташа тәсіліне (электрлік фильтрлер, эмульгаторлар) байланысты болады. Біздің жағдайда, бұл құраушыны жұмыс

істеп тұрған стансалармен салыстыра отырып, ұқсастық әдісімен анықтаған жөн. Қаражыра көмірін жақсан кездегі шығарындыларға төлем мөлшері бір табиғи отын тоннасы үшін 120 теңге шегінде болатыны анықталған, онда

$$\text{Ш}_{\text{шыф}} = (120) \cdot B_{\text{т}} = (120 \cdot 743,32) / 1000 = 89,20 \text{ млн.тенге.}$$

4.9 Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу

Бұл құраушы әкімшілік-басқармалық шығындарды (еңбекақы, кенселік шығындар, іс сапарлық шығындар), жалпы өндірістік (ұстап тұру, амортизация, жалпы стансалық құралдарды ағымдағы жөндеу, сынактар, зерттеулер, ұтымды пайдалану және еңбекті қорғау), мақсатты шығындарға аударылымдар (техникалық насихаттау, өзінен жоғарғы тұрған мекемелерді ұстап тұру), цехтарға қызмет көрсету және оларды басқару (цехты басқару еңбекақысы, аммортизация және ғимараттарды ұстап тұру мен ағымдағы жөндеу шығындары, еңбекті қорғауға кететін шығындар).

Ауқымды есептеулер үшін мына кейіптемені пайдалануға болады

$$\text{Ш}_{\text{жалпы}} = (0,25) \cdot (\text{Ш}_a + \text{Ш}_{ea} + \text{Ш}_{тасым}) = 0,25 \cdot (2792,6 + 1043,06 + 418,89) = 1063,63 \text{ млн. тг}$$

4.10 Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу

ЖЭО-ның электр және жылу энергияны өндіруіне байланысты шығындарды осы құраушылар бойынша бөлу қажет. Бұл шығындарды бөліп тарату еселеуіштері бойынша жүргізіледі

$$K_b = \frac{B_{\text{э}}}{B_{\text{ш}}} = \frac{706,80}{1084,0} = 0,65$$

Ол электр энергиясын жіберуге отынның қанша мөлшері (бірлік үлеспен немесе %-бен) шығындалғанын көрсетеді, ал айырмасы ($1 - K_b$) - жылу энергиясына кеткен отын шығынының үлесін көрсетеді. Есептеуді табиғи немесе шартты отында жүргізу керек.

Одан кейін жіберілетін энергия түріне байланысты алынған еселеуіштерге ұқсас әрбір құраушыға кеткен шығынды бөліп, нәтижелерді 2-кестеге енгізу қажет.

4.2-кесте - Электр және жылу энергиясын өндіруге кететін шығындар құраушылары

Шығындар құраушылары	Ш, жалпы, млн.тг	Ш _э , эл.энергиясы	Ш _ж , жылу, млн.тг
Отын, Ш _{отын}	1412,30	920,86	491,44
Су, Ш _с	600	391,22	208,78
Еңбек ақы қоры, Ш _{ea}	1043,06	680,10	362,96
Амортизациялық аударымдар, Ш _a	2792,6	1820,83	971,74
Жөндеу, Ш _ж	418,89	273,12	145,76
Жалпы стансалық, Ш _{жс}	1063,63	693,51	370,11
Шығарындыларға төлемдер	89,20	58,16	31,04
Барлық шығындар	7419,64	4837,81	2581,84

Электр энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады (2 кестенің үшінші бағанының алымы)

$$S_{\mathcal{E}} = \frac{\text{Шотын} + \text{Шс} + \text{Шеа} + \text{Ша} + \text{Шж} + \text{Шжс} + \text{Шшығ}}{\text{Эжіб}} = \frac{4837,81}{3720} = \\ = 1,30 \text{тг/кВтсағ}$$

Жылу энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады (2 кестенің төртінші бағанының алымы)

$$S_{\mathcal{Ж}} = \frac{\text{Шотын} + \text{Шс} + \text{Шеа} + \text{Ша} + \text{Шж} + \text{Шжс} + \text{Шшығ}}{\text{Qжіб}} = \frac{2581,84 \cdot 1000}{2219} = \\ = 1163,59 \text{ теңге/Гкал.}$$

4.11 ЖЭО салуды және пайдалануды экономикалық бағалау

ЖЭО салуды және оны пайдалануды экономикалық бағалау шешім қабылдаудың бастапқы сатыларында әдетте бизнес-жоспар құрудың негізінде жүргізіледі, егер ол жақсы қорытындыларды көрсетсе, инвестициялық жоба жасалынады. Бұл ақша бағасының уақыт бойынша өзгерісін және жобаны іске асырудагы барлық кешенді шығындарды есепке алатын техника-экономикалық шешімдер қабылдауды бағалаудың қазіргі әдісі: ол бағалар мен келешектегі болатын тарифтік саясат, өнімді өткізу көлемі, жобаны іске асырудан болатын

кіріс пен пайданы, несиені қайтаруға кететін пайда бөлігін, кәсіпорын несие алатын банктің пайыздық мөлшерлемесі, несие қайтару мерзімі.

Ірі энергетикалық нысандарды салу мен оны пайдалануды қаржылық-экономикалық бағалаудың қындығы инвестициялардың бірнеше кезеңдермен түсіне және жобаны іске асыруда нәтижелердің пайда болу ұзақтығына байланысты. Мұндай операциялардың ұзақтығы инвестицияларды бағалаудың белгісіздігіне және қателесу қаупіне әкеледі. Сондықтан практикада инвестициялық жобаларды бағалаудың жобаның қателік деңгейі минимумға жеткізілген әдістері қолданылады. Бұл әдістер таза келтірілген құнын (NPV), жобаның өтелу мерзімін (PP) анықтау, пайданың ішкі нормаларының есептеу (IRR), инвестицияның рентабелділігін есептеу (PI), инвестицияның бухгалтерлік рентабелділігін есептеу (ROI) болып табылады. Әрине практикада әрқашан инвестициялық жобаларды бағалаудың барлық 5 әдісі бірдей қолданыла бермейді. Сондықтан берілген жұмыста бастапқы 3 әдісі ғана қолданылады.

Кіріспеде айтылғандай электр стансасы сияқты ірі нысандарды салу дамыған елдерде әдетте мемлекеттің үлкен қаржылық және құқықтық қолдауымен, оған стратегиялық нысандарды басқаруға мүмкіндік бере отырып жүргізіледі. Ал қаражаттың қалған бөлігі жеңілдетілген несиelerді пайдаланылатын, көбінесе, акционерлік қоғамдардың құрылуымен жүзеге асады.

Есептеулерде ЖЭО салу капиталының үлестік таратылуы (K) мынандай: 90% мемлекет салады және 10 % "ЭАТЭК" АҚ қамтамасыз етеді. Бұл қаражат тек стансаның салынуына ғана кетеді, бірақ стансаның жұмыс істеуінің бірінші жылында пайдалану шығындарына да қаражат қажет. Пайдаланудың екінші және келесі жылдарындағы пайдалану шығындары электр және жылу энергияларының өзіндік құнына енгізілген, демек олардың тарифіне де кіреді. Мұнда 60% пайдалану шығындарын мемлекет, ал қалған 40%-ын "ЭАТЭК" АҚ төлейді.

Сонымен "ЭАТЭК" АҚ банктен (10%) жеңілдетілген несие алатын инвестиция көлемі (I_o) ЖЭО салуға толық капитал салымдарының 10% -ын және пайдаланудың қосынды шығындарының 40% -ын құрайды.

Инвестициялық жобаны бағалауды тек төрт көрсеткіш пайдаланатыны белгілі:

I_o – бастапқы инвестициялар;

CF - несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағыны;

r - банктің несие бойынша пайыздық мөлшерлемесі (10%);

n - несиенің күнтізбелік жылы.

Инвестициялық жобаларды жасағанда және талдағанда ең қыны пайданы есептеу және несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағынын CF есептеу болып табылады.

Біздің ЖЭО-ның электр және жылу энергиясын жіберу тарифінің рентабелділігі 25% делік, демек

$$T_{\text{Э}} = S_{\text{Э}} \cdot 1,25 = 1,25 \cdot 1,30 = 1,63 \text{ тенге/кВтсаф},$$

$$T_{\text{Ж}} = S_{\text{Ж}} \cdot 1,25 = 1,25 \cdot 1163,59 = 1454,49 \text{ тенге/Гкал}.$$

ЖЭО-ның электр және жылу энергиясын өткізуден түсестін кірісі мынаған тен:

$$K = T_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{ж}} + T_{\text{ж}} \cdot Q_{\text{ж}} = 1,63 \cdot 3720 \cdot 1000000 + (1454,49 \cdot 2219 \cdot$$

$$1000) = 9274552154 \text{ тенге} = 9274,55 \text{ млн. тенге}$$

ал қосынды шығындар мына түрде анықталады:

$$III = S_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{ж}} + S_{\text{ж}} \cdot Q_{\text{ж}} = 1,30 \cdot 3720 \cdot 1000000 + 1163,59 \cdot 2219 \cdot 1000 =$$

$$7419641723 \text{ тенге} = 7419,64 \text{ млн. тенге}$$

Олардың айырмасы пайданың мөлшерін береді:

$$\Pi = K_{\text{р}} - III = 9274,55 - 7419,64 = 1854,91 \text{ млн. тенге.}$$

Мөлшері 20 % тең табыс салығын төлегеннен кейін таза пайда шығады,

$$TP = \Pi \cdot (0,8) = 1854,91 \cdot 0,8 = 1483,92 \text{ млн. тенге}$$

Бұл толығымен банкке несие қайтаруға кетеді, демек қаржылық ағынды CF-ті құрайды.

4.12 Таза келтірілген құнды NPV анықтау әдісі

Бұл инвестициялық жобаны жүзеге асыру нәтижесінде ЖЭО құны қаншаға көтеріле (немесе сол инвестициядан берілген мерзімде түсестін таза пайданы көрсетеді) алғындығын көрсететін инвестицияны анықтаудың әдісі және ол төмендегідей анықталады

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} - I_0$$

I_0 – бастапқы қаржылық салымдар.

Бастапқы ЖЭО-ң минималды инвестициялық қаржылық салымдар

$$I_0 = 0,15 \cdot K + 0,4 \cdot III = 8951,93 \text{ млн. тг.}$$

4.3–кесте - NPV есептеу

Жыл	CF	R10	PV10	NPV
0	-8951,93	1,00	-8951,93	-8951,929
1	1483,93	0,91	1349,03	-7602,903
2	1483,93	0,83	1226,39	-6376,516
3	1483,93	0,75	1114,90	-5261,619
4	1483,93	0,68	1013,54	-4248,076
5	1483,93	0,62	921,40	-3326,673
6	1483,93	0,56	837,64	-2489,034
7	1483,93	0,51	761,49	-1727,544
8	1483,93	0,47	692,26	-1035,281
9	1483,93	0,42	629,33	-405,950
10	1483,93	0,39	572,12	166,168
11	1483,93	0,35	520,11	686,276
12	1483,93	0,29	430,34	1116,615

$$R = \frac{1}{(1 + r)^n}$$

NPV есептеу PV-дің бірінші оң мәніне дейін жүргізіледі. Егер есептеу берілген мерзімде жылдар бойынша тиімсіз болса, онда жобаның стратегиясын қайта қарастыру керек - CF-ті көбейту немесе r -і төмен болу керек.

Екібастұз қаласына ЖЭО іске асыру үшін 8951,93 млн.тг. несие алу қажет Банктің несие бойынша 10 пайыздық мөлшерлемесімен ЖЭО-ғы 10 жылда инвестицияны өтейді.

4.13 Пайданың ішкі нормаларын IRR есептеу әдісі

Пайданың ішкі нормасы инвестициялау мақсатына бағытталған қаржының өтелу деңгейін көрсетеді. Бұл r -дің қандай мәнінде $NPV=0$ болатын көрсетеді

$$\sum_{1}^n \frac{CF_n}{(1 + r)^n} - I_0 = 0 .$$

$NPV=0$ болған кезде IRR – бұл жоба фирмалық құнының өсуін қамтамасыз етпейді және оның төмендеуіне әкелмейді.

Бұл дисконтық еселеуіш ($R = 1: (1+r)^n$ инвестицияларды жарамды және пайдасыз деп бөледі. IRR-ді инвестиациялауға капиталды қандай баға-ға алғанын және оны пайдаланғанда қандай таза пайда деңгейін алғысы келетінін (барьерлік еселеуіш) ескере отырып, фирма өзіне таңдайтын салымдардың өтелу деңгейімен салыстырады.

4.4-кесте - IRR есептеу

жыл	CF	R10	PV10	R15	PV15	NPV10	NPV15
0	8951,9 3	1,00	-8951,93	1	8951,93	8951,9 3	8951,93
1	1483,9 3	0,91	1349,03	0,87	1290,37	7602,9 0	7661,56
2	1483,9 3	0,83	1226,39	0,76	1122,06	6376,5 2	6539,49
3	1483,9 3	0,75	1114,90	0,66	975,71	5261,6 2	5563,79
4	1483,9 3	0,68	1013,54	0,57	848,44	4248,0 8	4715,35
5	1483,9 3	0,62	921,40	0,50	737,77	3326,6 7	3977,57
6	1483,9 3	0,56	837,64	0,43	641,54	2489,0 3	3336,03
7	1483,9 3	0,51	761,49	0,38	557,86	1727,5 4	2778,16
8	1483,9 3	0,47	692,26	0,33	485,10	1035,2 8	2293,07
9	1483,9 3	0,42	629,33	0,28	421,83	-405,95	1871,24
10	1483,9 3	0,39	572,12	0,25	366,80	166,17	1504,44
11	1483,9 3	0,35	520,11	0,21	318,96	686,28	1185,48

IRR шамасы төмөндегі кейіптемемен анықталады

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}} \cdot (r_2 - r_1) = 11,8\%$$

IRR жоба бойынша тәуекел деңгейінің индикаторы болады - IRR қаншалықты фирмамен қабылданған барьерлік еселеуіштен көп болса, соншалықты жобаның беріктік қоры көп болады және соншалықты болашақтағы қаржылық түсімдерді бағалау кезіндегі қателіктер қорқынышты болмайды

ҚОРЫТЫНДЫ

Менің дипломдық жұмысым « NO_x -ті көміртегімен қалпына келтірүлі ЖЭС-ті жобалау» болып табылады. Жұмыстың мақсаты ортаға қосылатын зиянды азотtotығын көміртегімен қалпына келтіру әдісімен азайту.

Теориялық және тәжірибелік, 700 ден 3100 К температура аралығындағы және 0,1 ден 1 МПа дейінгі қысымдағы көміртектік қабатта ыдыраған азотtotығының зерттелінген нәтижелері келесіні көрсетеді.

1) Көміртегінің totығуының екіншілік тектесуінің арасында NO көміртектің бетінде ыдырау реакциясы екінші дәрежелік болып табылады. Көміртегінің екітотықтық көміртекпен газдандырылуы ($\text{C}+\text{CO}_2$) секілді кең таралған және танылған екіншілік тектесуге қарағанда, температуралың 700 ден 1100 К дейінгі машықтанулық маңызды аралығында $\text{C}+\text{NO}$ реакциясы екі қатарға қарқынды жүреді.[13]

2) 1200 K-нен жоғары температураларда, $\text{NO}+\text{C}$ реакциясы тежеледі және оның табиғаты белгісіз. Мүмкін бұл, көмірсутекте белсенді бөл-шектердің жоқ болған жағдайындағы қайта қалпына келтіру аймағында сатылы жағуда NO мен CO және H_2 -нің нашар әсерлесу шарасымен бай-ланысты болуы [11]. Осы себептен, 1150 дан 1350 K температура аралығында көміртектің бетінде CO_2 CO дейін қалпына келуі жүзеге асырылады және 1250 K температурадан жоғары болғанда CO тікелей қалыптасуы болады.

3) Белгілі әдебиеттік мәліметтер көміртектің қабаттық төгуде ғана ыдырайтын NO қатысты. Алынған есептік-теориялық нәтижелер жуықтық сипат тасиды.

4) Көмір тозаңында азотtotығын қалпына келтіру зерттеулері, біздің көзқарасқа, ошақ құтысында тұтін газдарының сұзгілеуінің тиімділігі секілді өзекті мәселе болып саналады, және оның жүзеге асырылуының техноло-гиялық ықтималдылығы да.

5) Тәжірибелік мәліметтер, азот оксидін «қалпына келтіру» бойынша зертханалық қондырғыларда алынған, 670°C температурамен тұтін газдарының құрамындағы $670\div820 \text{ мг}/\text{nm}^3$ концентрациялы, Екібастұз көмір-рінің табиғи тозаңы тұтін газдарындағы оттегімен отындық азот есебінен азотtotығының құрамының ұлғаятындығын көрсетті.

6) Дәл сондай шарттарда алынған тәжірибе мәндері, бірақ, Екібастұз көмірінің кокстық тозаңымен азотtotығын тікелей қалпына келтіру (кокстасу температурасы 900°C , $R_{100}=18\%$ жағдайында) азотtotығының құрамының төмендеуін көрсетті (олардың массалық қатынасында тұтін газдарының ағынына көлбеуінен кокстық тозанды ендіру қимасының 0,5 м арақашықтықта, шынайы ошақтық жағдайларға жақын, және оның болу уақыты шамамен $0,29\div0,3 \text{ с}$) $400\div460 \text{ мг}/\text{nm}^3$ дейін.

Нақ қорытындыда алынған мәліметтер әдебиеттік мәліметтерді жалпылайды және қатты отынды жағу бойынша экологиялық таза ошақтық үрдістерді тиімді ұйымдастыру барысында тәжірибелік пеште азотtotығының

Екібастұз көмірінің табиғи және кокстық тозаңын тікелей қалпына келтіру бойынша тәжірбиелеуде қолдана алады. Осыған сәйкес, келешекте осы бағытта дәлірек мақсатқа майықты зерттеулер жүргізген абзal.

ЖЭО жұмысының экономикалық тиімділігі есептелді. ЖЭО-ның негізгі мақсаты жылу қайраты мен электр қайратын қатар өндіре отырып, тұтынушыларға жіберу. Қайраттың бұл екі түрін өндіру үшін үлкен қаражат көзі қажет болады. Соңдықтан, қажет болатын қаражат деңгейін анықтау үшін станса цехтары арасындағы және жалпы стансалық шығындарды есептеу керек. Есептеулерден көріп отырғанымыз, шығындардың көп бөлігі отын үлесіне түседі. Өйткені, қажет отын түрін сатып алумен қатар, оны тасымалдап, дайындауға салынатын қаражаттың үлкен бөлігі жұмсалады. Сонымен қатар, стансаның негізгі және көмекші қондырғыларын жұмыс күйінде ұстап тұру, белгілі шығындарға алып келеді. Отыннан басқа жалпы-стансалық қоректік су айналымының мөлшерін ұстап тұру шығындары мен шықтағышқа кететін су шығындары маңызды орын алады.

Тұтынушылардың түрі мен санына байланысты жіберілетін жылу мен электр қайратының өзіндік құнын анықтай отырып, белгіленген тариф мөлшерімен жіберілген қайраттан түсетін пайда анықталды.

Жоғарыда көрсетіліп кеткен, таза келтірілген құнды анықтау, пайданың ішкі нормалары мен инвестицияның өтелу мерзімін анықтау әдістерін есептеу арқылы салынып жатқан стансаның лайықты және тиімді екенін бағалауға болады. Егер кез келген стансаның жұмыс істеу ұзақтығын 30 жыл деп алатын болсақ, онда банктің несие бойынша белгілі – бір пайыздық мөлшерлемесімен алғынған несиені ЖЭО-мыз 20 жылда өтейді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Сигал И. Защита воздушного бассейна при сжигание топлива.-Л:Недра, 1977. -294 с.
- 2 Three-stage combustion system for pulverized coal clevolved for commercial USE/.y. Sekiguchi e.a. // Hitachi –Zosen Technical Revicue .1982.vol. 43 p. 95-104.
- 3 Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов.-М.:Энергоатомиздат. 1987. -144 с.
- 4 Котлер В.Р. Снижение выбросов оксидов азота котлами ТЭЦ при сжигании органического топлива/Итоги науки и техники. Серия.Котельных установки и водоподготовка .-М.:ВИНТИИ,1987, -92 с.
- 5 Об эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий. О.С. Можнечева, И.Б. Дерябина, В.Л.Шульман, Р.Н. Гринфельд . -Электрический станций.1992. №5, с. 48-51.
- 6.Методы подавления высокотемпературной газовой коррозии НРЧ котлов ТПП-210А при сжигание малореакционных углей/В.Г.Мещеряков, И.П.Иванова, Ю.В. Саква и др.- Теплоэнергетик.1986. №9 с. 27-30.
- 7.Исследование термохимии окислов азота горения Екибастузского угля высокой концентрации. Отчет о НИР.Д.Ж.Темирбаев/Алматинский энергетический институт. №ГР 01910009373.-г.Алматы.1991. -28 с.
- 8 Е. Нұрекен, Д. Темірбаев, Б. Алияров. Жылутәсіл атауларының орынша – қазақша сөздігі. – 2-ші басылуы. – Алматы: Республикалық баспа кабинеті, 1997. – 77 б.
- 9 Указания и задания к расчетно-графическим работам по курсу «Экология». – Алматы: АИЭС, 2002. -25 с.
- 10 Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский В.Н., Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. Энергоиздат, 1981 г – 296 с.
- 11 Дюсебаев М.К.Дипломдық жобадағы Өмір тіршілігінің қауіпсіздігіне арналған әдістемелік нұсқау. Алматы: АЭЖБИ, 2001 ж.
- 12 Жакупов А.А., Попова Т.М., Сюндюков Р.Х., Ходанова Т.В.. Проектирование и расчет технико-экономических показателей производства энергии. Методические указания к курсовому проекту. – Алматы, АИЭС, 1997. - 37 с.
- 13 Ержанов С.И. Өндірісті үйымдастыру, басқару және экономика кафедрасы. Энергия өндірісінің технико-экономикалық көрсеткіштерін есептеу және жоспарлау. – Алматы: АЭЖБИ, 1999. -34 б.
- 14 СТ КазНИТУ-09-2023 Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала.

ГЫЛЫМИ ЖЕТЕКШИҢ ПІКІРІ

Қазақстан Республикасы

«Сәтпаев университеті»

коммерциялық емес акционерлік қоғам

6B07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша 4 курс оқытын

Алтыбай Шерхан Шоканұлы

«NO_x-ті көміртегімен калпына келтіруде ЖЭС-ті жобалауды зерттеу»
тақырыбындағы дипломдық жобасына пікірі

Дипломдық жобада жеделлеткіштер мен аммиак қолданылмайтын көмір жағынан ошакта түзілген азот кышқылдарының шогырлығы Иосира Такахашидын МАКТ адісімен боліктеп калпына келтіруі арқылы 0,5 г/км³-ден 0,1 г/км³-ге 5 еседей азайтылуы И. Секигухтын үшсатылы АКШ-ша «ребенинг-кубылысы» адісінен екі еседей басым болған.

МАКТ адісінің осында маныздылығынан бұл бітіру жұмысында азот тотығының көміртегімен қайта калпына келтіруін тиімді үйымдастыруына, көміртегіде азот тотығының химиялық текстесу курамы мен жылдамдығы бойынша есептік және тәжірибелік малеметтеріне коніл болған. Азот тотығының көміртегімен қайта калпына келтірудің теориялық және тәжірибелік зерттеу тәсілі мен адістемесі қарастырылып, кафедрамындағы зерттеу корытындыларымен тұжырымдалған.

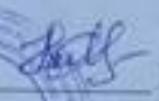
Экономикалық болімінде электр кайраты мен жылудың өзіндік құны күрделі және кабылданған жоба шешімінің жалпы тиімділігін бағалау колемді есептері жаңды-жакты қарастырылған.

Бұл маңызды бітіру жұмысында дипломшы Алтыбай Шерхан өзінің білімділігін корсетіп, біліміне білім қосып, салалық ілімін ынталы дамытып, өз табандылығымен өзіндік жана жетістіктерге не болды.

Дипломшы Алтыбай Шерхан Шоканұлының өзінің игерген білімділігі және таланттылығымен дипломдық жобасын өзі үйімдастырып, іс жүзінде теориялық және колданбалық манызды жетістіктеріне не болып, 6B07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін алуга лайық деп санаймын, ал дипломдық жұмысы жақсы бағалауга болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші:

PhD доктор, қауымдастырылған профессор

 Б. Оңгар

НР Қызыметі

15 мамыр 2023 ж.

КАЗАКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ФЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛМ МИНИСТРЛІГІ
«ҚИ. СӘТПАЕВ АТЫНДАҒЫ КАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

«5» мамыр 2023 ж.

Казакстан Республикасы

«Сатпаев университеті» коммерциялық емес акционерлік когам

6B07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша 4 курс оқыттын

Алтыбай Шерхан Шоканұлы

«NO_x-тің компримемен калыпта көтүрүлі ЖЭС-тің жобалауды зерттеу»
такырыбындағы дипломдық жобасының пікірі

СЫН - ПІКІРІ

Бұл дипломдық жұмыста кайраттық салыны дамытканда оның адамдарға, коршаган ортага зиянны тигізбеу қажет. Қазіргі кезде ен үлкен мәселенің бірі ортага косыла-тын зиянды заттарды азайту **озекті мәселе** болып келеді. Ол зиянды заттар SO_x, NO_x, және CO_x зақыттың аныктай білген.

Сонымен катарап коршаган ортага ете зиянды заттардың болінуіне есептіктер мен модельдер жүргізіп нәтижелерді жақсы ша білген. Соның ішінде азот тотығы ете зиянды болғандыктан, оны азайту және томендетудің көптеген галымдардың тәжірибелерімен салыстыра білген.

Жұмыс бойынша ескерту:

Дипломдық жұмыста кейбір суреттер толық корінбейді және де модель жасаған бағдарлама туралы аздап жазу қажет.

Жұмысты бағалау:

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылау негізінде Satbayev University –нің 6B07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша түлегі Алтыбай Шерхан Шоканұлы «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмыс бойынша 80% (В+) бағалауга болады деп санаймын.

Пікір беруші:

«ЖЭК кафедрасының доценті,
тех. гыл. канд.»

М.Е. Туманов



2023 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Алтыбай Шерхан Шоканулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: НОЭ-ті коміртегімен қалыпта көтірул ЖЭС-ті жобауды зерттеу

Научный руководитель: Базбұз Онтар

Коэффициент Подобия 1: 3.2

Коэффициент Подобия 2: 0.5

Микропробелы: 2

Знаки из зарубежных алфавитов: 24

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Алтыбай Шерханнұң дипломадағы жүргізгіш
нишанашам емес. Зерттеуде тіберілді.
Лата

контрольный эксперт

Протокол

о проверке на наличие несанкционированных заимствований (плагиата)

Автор: Алтыбай Шерхан Шоканулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: NOx-ті коміртегімен кашына келтірүл ЖЭС-ті жобалауды зерттеу

Научный руководитель: Бузбұл Оныгар

Коэффициент Подобия 1: 3.2

Коэффициент Подобия 2: 0.5

Микропроблемы: 2

Знаки из зарубежных алфавитов: 24

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Лата

*Заведующий кафедрой Энергетики
Сарсенбайев Е.А.*

