

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Моңыу Энергетика факультеті
Моңыу жасар техникасы мамандығы
Моңыу энергетикасы кафедрасы кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Мамытбек Рүміз Тұранбекұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Аз жылдамдықпен жұмыс істейтін электрлік жүйелердің

ректордың «__» _____ №__ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «__» _____ 20__ ж.

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

Тексін қамтамасыз 2-жылдық
БСЗ-75-350 қызметінде қолданылатын

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

Жобаның негізгі келесі бағыттары қарастырылған:

- Моңыу техникасы бағыты
- Электрлік жүйелердегі бағыт
- Жоғалтқыш бағыты

Аннотация

Рассмотрены общеглобальные и малозатратные аспекты экологии и экономики подготовки и сжигания топлива в энергетических котлах.

Малозатратные теплотехнологии их проиллюстрированы отдельными расчетами концентрации выбросов окислов азота и серы и твердых частиц в окружающую среду, а также компоновки конструкций применительно к котлу БКЗ-75-39Ф (на Шубаркульском угле) Текелийского энергокомбината.

Составлены бизнес-план, выполнены расчеты производства электроэнергии и расхода топлива, а также сроки окупаемости реконструкции.

Аңдатпа

Дипломдық жобада жылуэнергетиканың негізгі үнемиеттік пен мекен қорғаулық өзекті мәселері аталып, зиянды заттарын азайтудың аз зиянды ауқымды және аз шығынды технологиялары қарастырылды.

Мұның аз зиянды және аз шығынды технологиялық негіздері келесі есептерімен сипатталды:

* Текелі қаласының ЖЭС – 2-де:

- БКЗ-75-39Ф қазандық ошағында Шұбаркөл көмірін жаққанда ауаға шығарылатын зиянды заттардың мөлшерін есептеп, зияндылығын бағалау;

- атмосфераға шығарылатын зиянды заттарды азайтушы аз шығынды технологиялық шараларды қолданыстағы қазандықтарды құрастыру;

- көміртозаң қазандарындағы азот тотығы пайда болуын азайту;

* өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімде:

- ЖЭС-ны жобалау бойынша зиянды заттардың жердегі шоғырлығының ең үлкен мәнін анықтау;

- санитарлы-қорғаныс аймақты анықтап, станциядан шығатын зиянды қоспалардың атмосферада сейілуін есептеу;

- желдің қауіпті жылдамдығы мен зиянды қоспалардың жердегі шоғырлығын алау осі бойынша әртүрлі аралыққа тәуелді анықтау;

- станцияның санитарлы қорғаныс аймағы мен талаптарын анықтау;

- станцияның қазан цехындағы өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету шараларын ұйымдастыру;

- өрт қауіпсіздігіне жауаптыларға қойылатын талаптарды анықтау;

* эконмикалық бөлімде:

- бизнес пен өндірудің және қаржылық жоспарларды ұйымдастыру;

- қазандықты жаңартуға кететін шығындарды анықтау;

- жалпы отын шығынының төмендеуі арқылы электр қайраты (энергия) шығын үнемін анықтау;

- пайданың ішкі нормаларын IRR есептеу әдісімен инвестицияның өтелу мерзімін PP анықтау.

Мазмұны

Аңдатпа	3
Кіріспе	4
1 Жылутәсілдік жалпы бөлім	6
1.1 ЖЭС-та отын жанғанда пайда болатын қоршаған ортаны ластағыш шығарындылар	6
1.2 Аз шығынды технологиялық шараларды қолданыстағы қазандықтармен құрастырып атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту	8
1.2.1 Азшығынды тәсілдемелік (технологиялық) шаралар	9
1.2.2 Тектеспеулік және екі сатылы жағу шараларын бірлестіру	11
1.3 Көміртозаңды қазандардағы азот тотығы пайда болуын азайту әдістері	13
2 Жылутәсілдік есептік бөлім	26
2.1 БКЗ-75-39Ф маркалы қазан құрамының қысқаша сипаттамасы	26
2.2 БКЗ-75-39Ф қазанынан тасталынатын ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуын есептеу	27
2.2.1 ЖЭС-тің қазандық қондырғыларынан шығарылатын қатты бөлшектердің мөлешрін есептеу	27
2.2.2 ЖЭС-тің қазандық қондырғысынан атмосфераға шығатын NO _x азот оксидінің мөлшерін есептеу	28
2.2.3 ЖЭС-тің қазандық қондырғысынан атмосфераға шығатын SO ₂ күкірт оксидінің мөлшерін есептеу	29
2.2.4 ЖЭС-тің қазандық қондырғысынан атмосфераға шығатын CO көміртегі оксидінің мөлшерін есептеу	30
3 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	31
3.1. ЖЭС-ны жобалау бойынша жалпылама мәліметтер	31
3.2. Санитарлы-қорғаныс аймақты анықтап, станциядан шығатын зиянды қоспалардың атмосферада сейілуін есептеу	31
3.3 Станцияның қазан цехындағы өрт қауіпсіздігі	37
3.3.1 Жалпы жағдай	37
3.3.2 Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ұйымдастыру шаралары	38
3.3.3 Өрт қауіпсіздігіне жауапты персоналға қойылатын талаптар	39
3.3.4 Станцияның санитарлы-қорғаныс зонасы шекарасын анықтау	41
3.3.5 Станцияның қазан цехындағы өрт қауіпсіздігі	41
4 Эконмикалық бөлім	42
4.1 Бизнес-жоспар. Текелі қаласының ЖЭО-ның дирмендерінің орнына ММТ дирменінің орнату	42
4.2 Қаржылық жоспар. Отын шығынының төмендеуі арқылы электро – энергия шығынының үнемдеуі	42
5 Арнайы сұрақ. Жылу электр станцияларының тиімділігі	47
Қорытынды	54
Әдебиеттер тізімі	54

Кіріспе

Жылуэнергетиканың дамуы көбінен органикалық отынның аса тиімді жағылуымен анықталады. Сонымен бірге қоршаған ортаның аса зиянды NO_x , SO_x газдарынан тазалығына зор көңіл бөлінеді.

Бұл мәселелердің шешілу жолдарының басты қиыншылықтарының себептері - олардың физикалы-химиялық құбылыстық күрделілігі мен қарама қарсы бағыттық қайшылығында және оларды толық атқарушы әдістері мен қондырғыларының көбінен көлемдігі мен қымбаттылығында.

Сондықтан дипломдық жобада мәселе химиялы жылуқозғалымдық пен жылумаңызалмасулық физика-математикалық аса терең қарастырылмай, олардың қарапайым тәсілдемелік жолдары аталып, сапалы салыстырылды.

Мұның өзінде ең дұрысы – энергетикалық органикалық отынның ең көлемдісі мен ең арзан көмірлерін (және басқадай қаптаған қатты отынды) ең алдымен газдандырып, оның күл-қожысы мен минералдық бөлшектерінен және аса зиянды NO_x пен SO_x газдарынан тазалап алып, қазандық қондырғыларда (ҚҚ) таза өндірілген (генераторный) мекен қорғаулық (экологиялық) таза газды жақса, ҚҚ газ жолының (металдың күкіртті тотығуы, түрпіленуі секілді) көп мәселері шешіледі.

Егер отындық NO_x шоғырлығы ауалығынан 3...4 есе артық екенін ескерсек, бұл әдіспен мекен қорғаулық мәселенің шешілуіне көзіміз жетеді.

Ал, табиғи көзі аса мол көмірді арзан өндірілген газға айналдырып, пайдалы жұмыс еселеуіші (ПЖЕ-сі) 1,5 есе артық, 62 пайызға жетіп тұрған, салынуы 20 пайыздай ПЖЕ-сі 43-ке әзер жететін ШЭС-тен арзан, бинарлы бугазды қондырғылар (БГҚ-лар) кеңінен таралып, электр қайраты өндірілсе, жылуэнергетика саласы үнемиеттік (экономика) күрт дамыр еді.

Сонымен бұл көмірді газдандырып жағу (КГЖ) әдісі мекен қорғаулық та және үнемиеттік те өте тиімді, егер жылу электр станциялар (ЖЭС) БГҚ арқылы жаңа салынса, не ескірген ЖЭС толығымен БГҚ-лы жаңартылса.

Ал, егер ЖЭС шамалы жаңартылса, КГЖ әдісі де шамалы, көптен арзан отынның сатылы жағылуы, тектесуі қалпына келтірулі, газы кері қайтарылулы секілді салыстырмалы арзан әдісті шешімдермен іске асырылуы керек.

Бұл дипломдық жобада КГЖ әдісінің қымбат та (көлемді), арзан да (аз шағынды және аз зиянды) түрлері қағидалы жылулық сұлбе және шағын есеп-мысал түрлерінде қарастырылды.

Бұлар жылутәсілдік жалпы мен есептік және өміртіршілік қауіпсіздігі және эконмикалық (үнемиеттік) бөлімдерімен қысқаша қамтылды.

Арнайы сұрақта жоғары тегеурінді буөндіргішті бугазды қондырғылар (ЖТБӨ БГҚ) мен шықты электр станцияның (ШЭС) тиімділіктері салыстырылып бағаланды.

1 Жылутәсілдік жалпы бөлім

1.1 ЖЭС-та отын жанғанда пайда болатын қоршаған ортаны ластағыш шығарындылар

Қуаты орташа жылу электр станциясы 1 сағатта 80 т көмір жағып, атмосфераға шамамен 5 т күкіртті ангидрид және 16-17 т күл бөледі. Атмосфералық ауаның тазалығына үлкен әсер ететін жағылатын отынның сапасы, жағу әдістері, газтазартқыш қондырғылар мен қалдық бөлетін трубалардың биіктігі. ЖЭС газға көшіру зиянды қалдықтар мөлшерін біршама азайтады.

Сонымен қатар энергетиканың қоршаған ортаны отынның органикалық түрлерінің өнімдерімен, ондағы зиянды қоспалардың болуымен, жылу қалдықтарымен ластауда да үлесі көп. Бүкіл пайдаланатын энергоресурстардың 25% электр энергиясының үлесіне тиеді. Қалған білігі (75%) өндірістік, тұрмыстық жылуға, транспорт, металлургия, химиялық процестер үлесіне тиеді. Жыл сайын дүние жүзінде 25 млрд тоннадан аса энергия пайдаланылады. Энергетиканың қоршаған ортаға әсері отынның түріне байланысты.

Қатты отынды жақ қанда атмосфералық ауаға толық Жанбаған отынның күлді бөлшектірімен бірге күкіртті ангидрид, азот оксиді, фторлы қосылыстардың кейбір қоспалары бөлінеді. Кейбір жағдайларда отын күлінің құрамында Мұнан да улы заттар қоспалары кездеседі. Мысалы, Донецк антрациттерінің құрамында аз мөлшерінде мышьяк кездессе, Екібастұз көмірі күлінде — бос кремний диоксиді бар.

Көмір - планетада ең көп тараған қазбалы отын. Кейбір мамандардың айтуы бойынша көмірдің қоры 400-500 жылға жетеді. Көмірдің Мұнайдан тағы бір артықшылығы, ол дүние жүзі бойынша біркелкі таралған және Мұнайға қарағанда арзан. Бұрынғы КСРО кезінде ірі жылу-энергетикалық кешендер елдің шығысында орналасты, мысалы Екібастұз, Канск-Ачинск кең орындары. Ашық әдіспен өндірілетін бүкіл көмірдің төрттен бір бөлігі Екібастұз кен орнының еншісіне келетін. Мұндағы көмірдің қоры шамамен 9 млрд тонна деп саналады. Алайда Бұл кең орнынан алынатын көмірден күл көп шығады (50% дейін).

Торф (шымтезек). Энергетикалық тұрғыдан торфты (шымтезекті) кеңінен пайдаланудың қоршаған ортаға тигізетін жағымсыз жақтары көп. Біріншіден, су экожүйелерінің режимі бұзылады, сол жердің топырақ жабыны мен ландшафтының өзгеруіне алып келеді. Жергілікті жердегі тұщы су көздерінің және ауа бассейнінің сапасын төмендетіп, ол жерде тіршілік ететін жануарлардың өміріне де қауіп төндіреді. Сондай-ақ оны сақтау және тасымалдау кезінде де экологиялық мәселелер туындайды.

Сұйық отындарды (мазут) жақ қанда атмосфералық ауаға күкіртті ангидрид, азот оксиді, толық жанып бітпеген отын өнімдері, ванадий қосылыстары, натрий тұздары бөлінеді. Сұйық отын көмірге қарағанда біршама таза, қалдықтар ретінде көп жерді алып жататын, жел тұрса желмен бірге таралатын күл- қоқыстар бөлмейді. Алайда сұйық отын экономикалық тұрғыдан қымбат болғандықтан тиімсіз. Д.И.Менделеев айтқандай, Мұнай жағу - пеште (ошақта) ассигнацияларды өртеумен бірдей.

Табиғи газ. Көмірді табиғи газбен ауыстыру еңбек өнімділігін арттырып, шығын азайып өнімдердің (металл, құрылыс материалдары) сапасын көтереді. Ең негізгісі қаланын экологиялық ахуалын жақсартады. Сондықтан соңғы кезде көмір мен Мұнай өнімдерінің орнына табиғи газ көп пайдаланылуда. Егер көмір жақ қан кезде атмосфераның ластануын 1 бірлік деп есептесек, мазутты жаққанда - 0,6, табиғи газды пайдаланғанда - 0,2-ге тең. Табиғи газды пайдаланғанда атмосфералық ауаға зиянды N_2O_3 (азот оксиді) бөлінеді, бірақ көмірмен салыстырғанда мөлшері 20%-ға төмен.

Электроэнергетиканың негізін жылу электр станциялары құрайды. Бұлардың үлесіне өндірілетін жалпы энергияның 70 % келеді- Жылу станциялары жалпы өнеркәсіптен бөлінетін зиянды қалдықтардың 29%-ын бөледі. Олар өздері орналасқан жердің айналасына, биосфераға айтарлықтай әсер етеді. Әсіресе, сапасы төмен отындармен жұмыс жасайтын электр станциялары аса қауіпті . Мысалы, 1 сағат ішінде 1060 тоннасы жағылған Донецкі көмірінен қазандықтардан 34,5 т қоқыс, газдарды 99%-ға тазалайтын электрсүзгіштердің бункерлерінен 193,5 т күл, ал [мұржалары арқылы атмосфераға 10 млн/м³ түтінді газдар бөлінеді. Жылу станцияларынан бөлінген ағынды судың және территориядағы жаңбыр суының құрамындағы ванадий, никель фтор, фенолдар және Мұнай өнімдері су айдынына қосылып судың сапасына, су организмдерінің тіршілігіне әсер етіп, жылулы ластануға алып келеді. Қандай да бір заттардың концентрацияларының көбеюі нәтижесінде судың химиялық құрамы өзгеріп, ол өз кезегінде бактериялар мен су организмдерінің түрлік құрамы мен санына және су айдындарының өздігінен тазару процестерінің бұзылуына, санитарлық жағдайының нашарлауына алып келуі мүмкін.

Жылу электр станциялары қызған пармен қозғалысқа келетін турбиналардың көмегімен энергия береді. Турбиналарды үнемі сумен салқындатып отыру керек. Сондықтан жылу станцияларынан су айдынына, әдетте 8°C-12°C-қа жылынған су бөлінеді. Ал ірі жылу станциялары мен АЭС-тер судың үлкен мөлшерін қажет етеді. Олар 80-90 м³/сек жылы суларды бөліп шығарады. Су айдынында температураның көтерілуімен олардың табиғи гидротермиялық режимі бұзылып судың «гүлдеуіне» алып келеді. Суда газдардың еру қабілеті төмендейді, судың физикалық қасиеті өзгеріп ондағы барлық химиялық және биологиялық процестер жылдам жүреді. Судың тұнықтығы бұзылады, қышқылдығы өзгереді, жеңіл

тотықсызданатын заттардың ыдырау жылдамдығы артады және фотосинтез процесінің жүруі төмендейді.

1.2 Аз шығынды технологиялық шараларды қолданыстағы қазандықтарды құрастырып атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту

Органикалық отынды жағатын жылу электр стансалары өзінің зиянды жану өнімдерімен атмосферадағы ауа бассейнін ластаушылардың негізгі көзі болып табылады. Орнатылған құралдардың басым бөлігі 1985 ж дейін қолданысқа енгізілген және осының салдарынан қазіргі заманғы ГОСТ Р 50831-95 экологиялық қауіпсіздік және отынды тиімді жағу шарттарымен сәйкес келмейді. Мұнда ГОСТ-тың жаңа енгізілген қазандар үшін арналғанын, ал қолданыстағы қазандардың зиянды шығарындылары белгіленген шекті рауалы мөлшерінен аспауы керектігін ұмытпау керек. Әйтседе нәтижесі жеке сипат алады, сондықтан қолданыстағы қазандарға қоршаған ортаны қорғау шараларын енгізгенде белгіленген шарттар орындауға тырысу керек.

Ресейдегі электр энергиясы мен жылуды өндіруде басты рөл алатын газ-мазут қазандары үшін жану өнімдерінің ең зиянды құрамдасы NO_x азот оксидтері болып табылады.

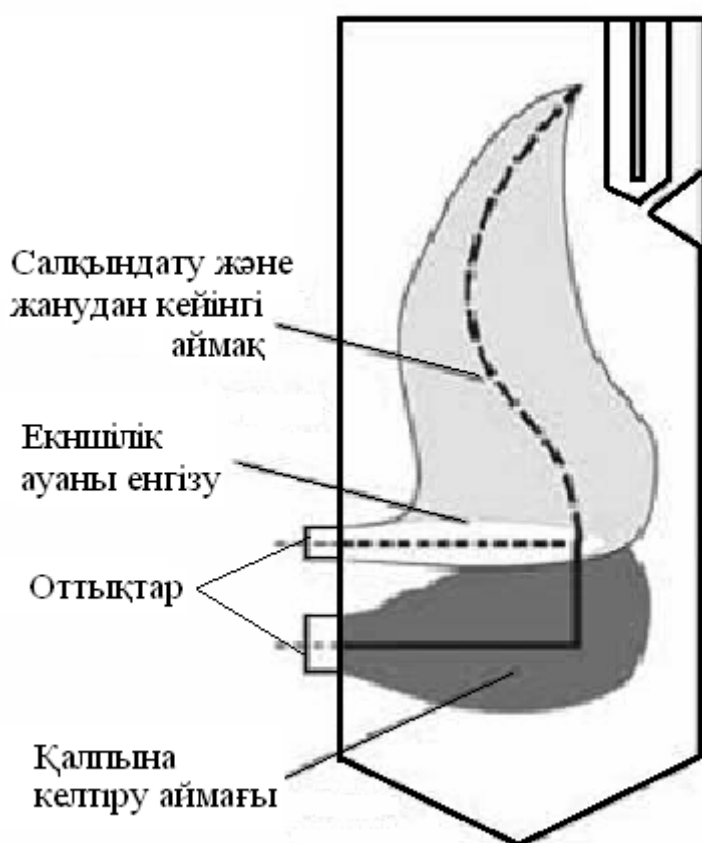
Қазіргі кезде NO_x шығарындыларын азайту үшін әр түрлі технологияларды енгізуде жинақталған тәжірибе мол. Ол үшін қолданыстағы ЖЭС-терде көбінесе технологиялық (немесе ошақішілік) деп аталатын шаралар қолданылады, бұлар NO_x шығарындыларын азайтуда тиімділігімен ғана емес, сондай-ақ оларды іске асыруда материалдық және уақыттық шығындарымен ерекшеленеді [2]. Технологиялық шаралар отынды жағу тәртібін өзгерту нәтижесінде NO_x –тің пайда болуының төмендеуін қамтамасыз етеді. Қазан ошағындағы азот оксидінің пайда болуының қарқындылығы белсенді жану аймағының сипаттамаларымен анықталады – ауа шығынымен, ыстықтықтың көрсеткіштерімен және жану өнімдерінің жоғары ыстықтық аймақтарында болу уақытымен [3]. Көп қазандар үшін (суқыздырғыш қазандар мен бу өндірушісі 670 т/сағ-қа дейінгі қазандар) азот оксидтерінің шығарындыларының мәні рауалы мәнінен 1,5-2,0 есе асып кететінін айта кету керек. Реконструкция жүгізуге негізделген технологиялық шаралар тәжірибеде әрқашан экономикалық тиімсіз болады. Сондықтан мұндай қазандар үшін азшығынды технологиялық шаралар (қазан құрылымына қандайда болмасын өзгертулер енгізуінсіз) едәуір перспективті болады, көбінесе жануды ұйымдастыру: азайған артық ауа шығынымен, стехиометриялық емес және қарапайымдатылған екісатылаумен. Көп жағдайда, қандай да болмасын бір әдісті іске асырғанның өзінде NO_x шығарындысының азайған қажетті мәні қамтамасыз етілмейді. Сонда осы әдістерді қиыстыру қолданылады. Кестеде МЭИ мамандарымен жасалған, өз кезегінде жақсы зерттелген және әр түрлі ЖЭС-тарға кеңінен енгізілген

әртүрлі азшығынды технологиялық шаралар келтірілген (Безымянская ЖЭС, Казанские ЖЭО-1 мен ЖЭО-2, Рижская ЖЭО-2 және т.б.).

1.2.1 Азшығынды тәсілдемелік (технологиялық) шаралар

Технологиялық іс-шаралар жағу тәртібін өзгерту есебінен NO_x пайда болуын азайтуға мүмкіндік береді. Азоттың оксидының пайда болу қарқындылығы белсенді жану аймағының (БЖА) сипаттамаларымен – ауаның артықтығымен, ыстықтардың деңгейімен және жоғары ыстық аймағында болу уақытымен анықталады [1]. БЖА сипаттамаларын өзгертуге мүмкіндік беретін және қазан конструкциясына ешқандай да өзгерістер енгізуінсіз NO пайда болуын азайтуды қамтамасыз ететін, технологиялық әдістер аз шығынды деп аталады. Төменде осы шараларды қазандықтарда іске асыру мүмкіндіктері көрсетілген.

Қарапайымдатылған екісатылы жағу, отын бойынша оттық бөлшектерін өшіргенде олар арқылы ауа беруді жалғастыру арқылы жүзеге асырылады (1.1 суретті қараңыз). NO_x -тің пайда болуын бәсеңдетудің тиімділігі бұл жағдайда жану кұтысындағы қышқылттағыш (окислительный) мен қалпына келтіру (восстановительный) көлемдерінің мүмкіншіліктерімен анықталады [4]. Бұл әдістің сәтті орындалуы үшін келесі шарттар орындалуы керек:



1.1 сурет - Екі сатылы жағу сұлбесі

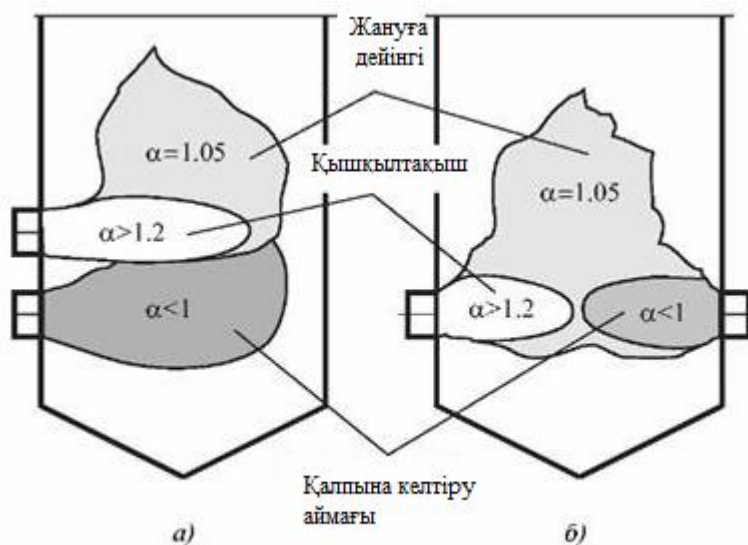
- оттық саны көп болуы керек немесе олар көп қабатты орналасуы керек;

- отын бойынша оттықтардың өндірулік қоры;

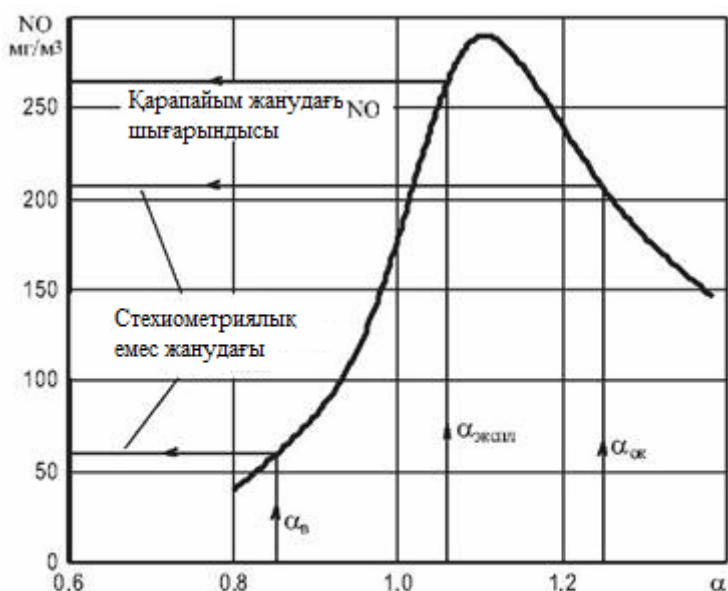
- оттықтардың қабаттарының ара қашықтығын таңдағанда қажетті созылыңқы қалпына келтіру аймағын қамтамасыз ету.

Бұл әдістің негізгі кемшіліктеріне кейбір қазандар үшін максималды жүктемелерде оттықтардың кейбір бөлшектерін өшіруге болмайтындығын және тиімділігінің жүктеме азайғанда сәйкесінше азаюын жатқызуға болады. Соңғысы қыздыру температурасы мен отынның толық жануын қамтамасыз ету мақсатында минималды жүктемелердегі ауа шығынының елеулі өсуінен болады.

Тектеспеулік (стехиометриялық емес) жану (1.2 суретті қараңыз) ошақ



1.2 сурет - Тектеспеулік жану сұлбесі



1.3 сурет - Азрт қышқылының ауаның артық еселеуіне тәуелділігі

күтысының (камера) көлемі бойынша жанудың қалпына келтіру ($\alpha_b < 1,0$) және тотығу ($\alpha_{ок} > 1,20 \dots 1,25$) аймақтарының (1.3 суретті қараңыз) құрылуының нәтижесінде, ошақтың шығысындағы дәстүрлі ауа шығыны сақталғанда (1.3 суретті қараңыз) жүзеге асады. Қазандықтарда отынды стехиометриялық емес жағу оттық қондырғыларындағы отын мен ауа теңеспеуінің әртүрлі тәсілдерімен жүзеге асырылады. Разбаланс ауа, отын немесе бірдей ауа мен отынның оттықтары арасында қайта үйлесу нәтижесінде алынады.

Стехиометриялық емес жағудың негізгі кемшілігі - қазанның жүктемесі төмендегенде NOx-ті бәсеңдету тиімділігінің төмендеуі болып табылады. Ереже бойынша бұл оттықтардағы отын-ауаның оңтайлы (оптималды) қатынастарының өзгеруімен байланысты. Берілген кемшілікті жоюдың бір нұсқасы - оттықтағы отын-ауа қатынасының реттеу жүйесін жөнге

салу (егер қазанда орнатылған болса).

Бір қалыпты химиялық кемжанумен жағу - ең көп таралған және оңай іске асырылатын тәртіптік шаралардың бірі, ошақтағы ауа шығынын азайтуға негізделген. Берілген әдісті, әдетте оттықтардағы ауа шығынының еселеуішінің α_{max} -ға жақын мәндерінде жұмыс істейтін, қолданыстағы қазандарға қолдануға болады (1.3 суретті қараңыз). Әдетте, ауа шығынын $\alpha_{раб} = \alpha_{кр} + 0,02 \dots 0,04$ мәніне дейін төмендету нәтижесінде азот оксидінің шығарындылары 10...30% -ға азаяды.

NO_x –ті бәсеңдетудің одан да жоғары тиімділігін α мәнінен $\alpha_{\text{раб}}$ мәнінен химиялық кемжану пайда болғанға дейін азайтқанда байқалады [6]. Шығар газдарындағы СО концентрациясы 50... 100 ppm болғанда әсері жоғары деңгейге жетеді [6]. Қазанда заманауи автоматтандыру құралдарынсыз мұндай жұмыс тәртібін сақтап тұру қиын және баты талап персоналдың жоғары мамандырылуы. Берілген шараны сәтті жүзеге асыру жану процесін үздіксіз қадағалап отыруды талап етеді, сондықтан мұнда жеткілікті тұрақты химиялық кемжануды қамтамасыз ететін отынды жағу мәселесі қаралып отыр, яғни соңғы кезде қолданыстағы қазандарға жиі енгізілетін, жұмыс тәртібін реттеу мен іске асыруда заманауи газанализаторлары мен автоматтандырылған реттеу жүйелерін қолдану.

МЭИ-да қолданыстағы қазандарға (БКЗ-75-3,9ГМ, ЦКТИ-75-3,9РФ, ТПЕ-430, ТГМ-84А, ТГМ-84Б, ТГМ-96Б және т.б) осындай шараларды енгізуде жиналған тәжірибелер өте көп. Алайда жоғарыда қарастырылған шараларды енгізгенде барлық жағдайда қажетті нәтижеге қол жеткізілмеген. Азот оксидтерінің пайда болуын бәсеңдетудің тиімділігі азиянды технологияларды біріктіріп қолданғанда жоғарлатуға болады. Бұл мақалада біріктірілген шараларды енгізудегі МЭИ-да жиналған тәжірибелер қарастырылған. Оған төмендегі қолданыстағы БКЗ-75-3,9ГМ және ТГМ-96Б қазандарына енгізілген тіршілік ортаны қорғау шаралары мысал бола алады.

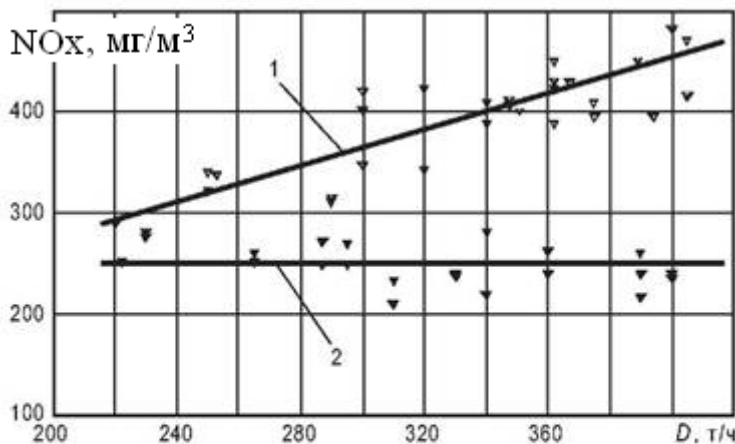
1.2.2 Тектеспеулік және екі сатылы жағу шараларын бірлестіру

Жоғарыда қарастырылған әдістердің негізгі кемшіліктерін жою үшін олардың бірлескен түрін қарастыруға болады. Бұл жағдайда

БАҚ ЧМЗ ЖЭС-дегі БКЗ-75-3,9ГМ қазаны алты екі қабатты күйінді оттықтармен жабдықталған (1.4 суретті қараңыз). Сынақ табиғи газ бен мазутты жағу арқылы жүргізілген. Нәтижелері, азот оксидін бәсеңдетуде ең тиімдісі табиғи газды жағудың екісатылы және стехиометриялық емес тәртіптерін құрамдастыру - отын бойынша (ауа берудің мөлшерінің сақталуымен) екінші қабаттағы ортаңғы оттықты өшіру және төменгі қабаттағы оттықтардың ауа шығынын азайту болып табылады. NO_x шығарындыларын тағы да азайтуға құрамдастырылған тәртіпте отынның химиялық кемжануын азайтудың қосымша шараларын енгізу мүмкіндік береді. Табиғи газ отын жанғанда жүктеменің $D = 45...75$ т/сағ диапазонында азот оксидінің шығарындылары 370...410 -нан 50...120 мг/м³-ке дейін азаяды. Бұдан да төменгі жүктемелерде берілген сұлба ошақтағы ауа шығыны коэффициентінің артуы салдарынан NO_x -тің нормалық мәніне жете алмайды. Сондықтан $D = 35...45$ т/ч болғанда отын бойынша №5 оттық ауа берілуі сақталған күйде өшіріледі. Осы сұлба бойынша жүктеменің 35 т/сағ минималды мәнінде жүргізілген шаралардың нәтижесінде азот оксидінің шығарындыларының мәні нормалық мәнінен төмен болды және 140...150 мг/м³-ті құрады, бұл қыздыру ыстықтығын ұстап тұруға қажетті ауа шығынының еселеуішінің жоғары болуымен түсіндіріледі. $D = 35$ т/сағ болғанда буқыздырғышынан кейінгі түтін газдарының құрамындағы O_2 мөлшері 6,5...6,8 % -ды құрады. Айта кететін жағдай, берілген қазандар

35...45 т/сағ жүктеме бойынша тек ұске қосу немес тоқтау жағдайында ғана пайдаланылады.

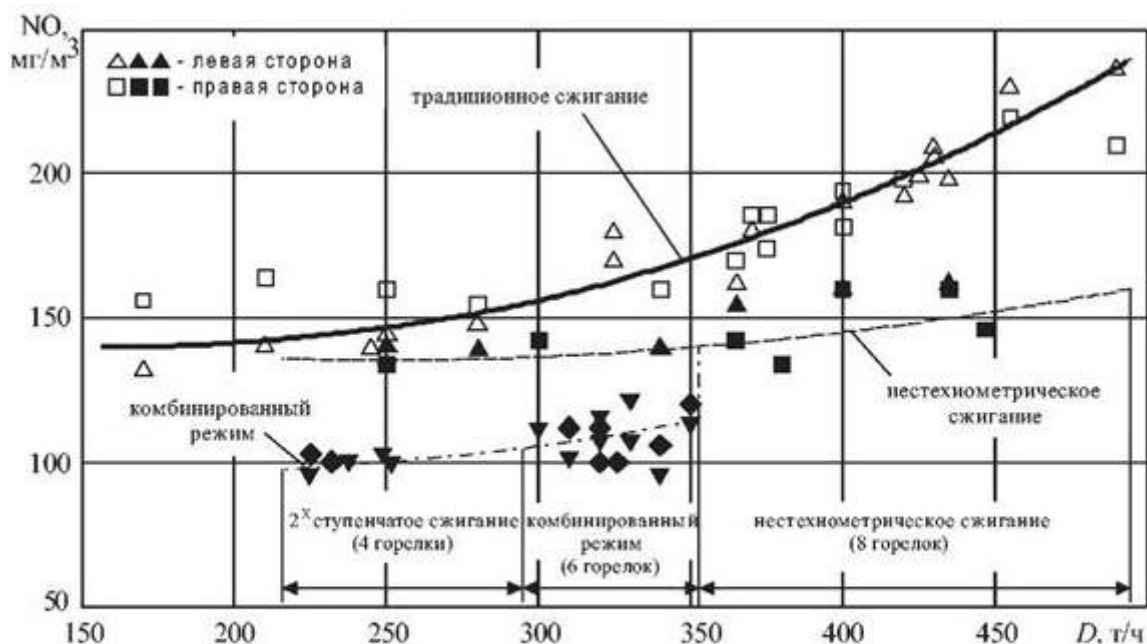
$D = 82,5$ т/сағ максималды жүктемеде шығарындылар $140...160$ мг/м³-ті құрады. Химиялық кемжануды қадағалайтын жанудың біріктірілген шараларын ұйымдастыру оларды 120 мг/м³-қа дейін төмендетуге мүмкіндік берді. Бұл жағдайда түтін-сорғыдан кейінгі СО шоғырлығы да 100 мг/м³-тан аспайды (1.5 суретті қараңыз).



1.4 сурет - Мазуттың ТГМ-84Б қазанында 1-дәстүрлі және 2-тектесусіз жануындағы NOx шығысының жүктемеден тәуелділігі

Табиғи газды қиыстырып жағу ТПЕ-430 қазанында іске асырылды, ол 8 тура ағынды 8 оттықпен, бір қабатқа қарсы құрастырылған. Қазанның $350+500$ т/сағ аралықтарындағы жүктемесінде ошақта отын камераларының біртіндеп жабылуынан реттелген стехиометриялық

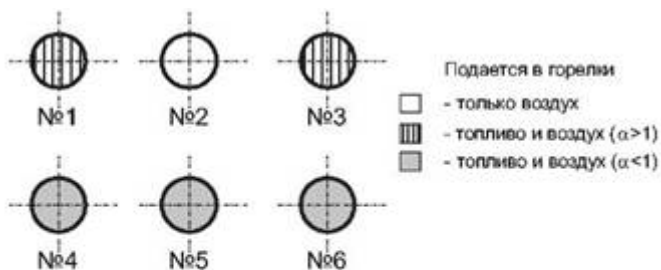
емес жану жүзеге асырылады, жұмыста 8 оттық құралдар қолданылады. Төмендетілген $300+350$ т/сағ жүктемелерде қазан фронты бойынша орналасқан екі шеткі оттықтар өшірілді. Осылайша ошақ камерасындағы



1.5 сурет - Табиғи газдың ТПЕ-430 қазанында дәстүрлі және қиыстырылуы жанғанындағы NO-ның жүктемеден тәуелділігі

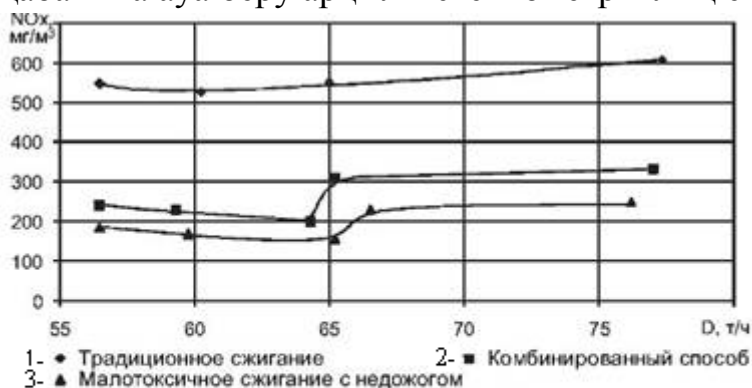
жану процесі 3 аймаққа бөлінді: ошақтың центрінде стехиметриялық емес жану аймағы, шеткі бөліктерінде екі сатылы жану аймағы. 300 т/сағаттан аз жүктемелер кешінде фронт бойынша 4 оттық өшіріліп, артқы қабатта орнатылған оттықтар алдындағы отын клапандары толық ашылды, және

ошақтың барлық аймағында екісатылы жағу процесі орын алды. Барлық жүктемелерде ауа 8 оттық арқылы бірдей көлемде беріліп отырды. 1.6 суреттегідей бұндай шара кезінде азот оксидтерінің бәсеңдеуі қарқынды жүргізілген.



1.6 сурет - БКЗ-75-39ГМ қазанында қиыстырулы жану сұлбесі

кабатқа құрастырылған. 70-75 т/сағ жүктемелерде оттықтардың жоғарғы қабатына ауа беру арқылы стехиометриялық емес жағу схемасы қолданылды.



1.7 сурет - Мазуттың 1-дәстүрлі, 2-қиыстырулы және 3-аз зиянды жанудағы NOx-тің жүктемеден тәуелділігі

Бұл жағдайда азот оксидінің азаюы 43-45 %-ды құрады (1.7 суретті қараңыз). Бұл жүктемелерде азот оксидінің нормативті мәндеріне жету үшін кемжануды бақылайтын стехиметриялық емес жағуды қиылыстырып іске асыруға болады. Бұл жағдайда шығарынды мәні 240-250 мг/м³-ті құрайды.

Осылайша азот оксидінің эмиссиясын томендету тенденциясы оттық-тың жоғары қабатында стехиометриялық емес жағумен ал төменгі қабаттар-ында екісатылы жағумен қиылыс-тыру нәтижесінде артып отыр.

1.3 Көміртозанды қазандардағы азот тотығы пайда болуын азайту әдістері

Атмосфердағы зиянды шығарындылардың негізгі көздері (1, 2):

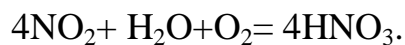
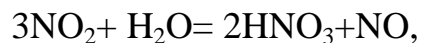
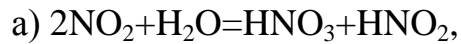
- 1) ЖЭС және қазандықтар;
- 2) Өндірістік кәсіпорындар – химия өнеркәсібі, полимерлік материалдар мен өнімдер өндірісі, металлургия, жиһаз өнеркәсібі және т.б.
- 3) Дизельді қондырғылар (дизельдік электрстансалары мен генераторлар, кемелер мен тепловоздардың дизельдері, ауыр тау техникасы).
- 4) Автокөліктердің шығарынды пайдаланылған газдары екені белгілі.

Отынның жану өнімдерінде (көмірде, мұнайда, газда, ағаш отында), ЖЭС-тің, химиялық, мұнай өңдейтін, металлургиялық зауыттардың, автокөлік транспорттарының шығарындыларының құрамында:

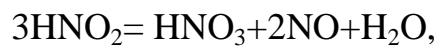
- азот оксиді (NO азот тотығы, NO₂ азот диоксиді, N₂O азот шала тотығы);

- CO₂ көміртегі диоксиді мен CO көміртегі тотығы;
- күкірт диоксиді (SO₂);
- көмірсутектер (C_xH_y) кездеседі.

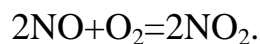
Жағу өнімдерінің хлор құрамды өнімдерінде доксиндер болады. Азот пен күкірт диоксидтері ауа ылғалдылығымен әрекеттесіп қышқылдарды түзеді:



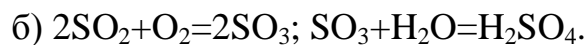
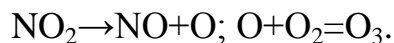
Әлсіз азот қышқылы NO монооксидінің бөлінуімен ыдырайды және HNO₃ –ке айналады:



ал азот монооксиді NO₂-ге дейін қышқылдатылады:

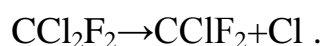


Түзілген азот диоксиді жарықтың (иондық сәулелену) әсерімен азот монооксиді мен O₂ ауамен әрекеттесіп озон түзетін, атомдық оттегіге бөлінеді:



Осылайша, атмосферадағы азот – NO₂ мен күкірт – SO₂ диоксидтерінің пайда болуы өз кезегінде жерге жаңбырмен бірге жауатын азот және күкірт қышқылдарының (қышқыл жаңбыр) түзілуіне алып келеді. Егер жаңбырлы судың рН ≤ 5 ÷ 6 – қышқыл су деп аталады (рН=3 ÷ 4 – бұл асханалық сірке қышқылы).

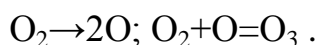
в) Хлор құрамдас қосылыстардың әсері: озон қабаты химиялық тұрақсыз және фреондардың – фторкөмірсутек қосылыстарының, мысалы CCl₂F₂ – дифтордихлорметанның, әрекетінен жұқаруы мүмкін (hν күн сәулеленуінің әрекетімен жүретін фотодиссоциация):



Хлор атомдары ары карай O₃-пен әрекеттеседі.

Атмосферадағы озон қабатының қалыңдығы небәрі 3мм; дегенмен O₃-тің ең көп концентрациясы 15-25 км биіктікте байқалады – бұл биіктікте күн

сәулесі (hv) O₂ оттегі молекулаларын озон қабатын түзетін атомдарға «ұсақтайды»:



Минус 60 °С–де стратосферадағы озон су мен газдың қатты қосылыстарын айналуы мүмкін: O₃·5,7H₂O – бұл O₃-ті стратосферадан механикалық түрде шығаратын клатрат деп аталады. Жер бетінің температурасы жоғары бөлігіндегі қабаттарда клатрат O₂ мен H₂O –ге ыдырап кетеді.

ЖЭС-тердің ең көп таралған экологиялық зиянды шығарындылары кез-келген отын түрін жаққанда пайда болатын азот оксидтері (NO_x) болып табылады. Атмосфераға шығарылатын және пайда болатын NO_x мөлшері отын түріне, жану процесін ұйымдастыру, шығар газдардан тазарту әдістеріне байланысты.

Азот оксидтерінің шығарындыларының көп бөлігін NO ахот монооксиді құрайды; ал аз бөлігін азот диоксиді NO₂ мен азот шала тотығы N₂O құрайды.

Көмір жанғанда қатты қожшығаруы бар оттықтарда NO_x –тің пайда болуының негізгі көзі болып отынның азотқұрамдас қосылыстары – анилин, пиридин және т.б. табылады, бұл заттардың термиялық ыдырауының нәтижесінде NO_x(NO және NO₂)-ке айналатын, HCN, NH₃, CN, NH, N заттары түзіледі. Отындағы азоттың NO_x- ке айналуы жанудың сипатына және азотқұрамды қосылыстардың бастапқы концентрацияларына байланысты.

Органикалық отынды жаққандағы қалдық газдардың негізгі құраушыларының меншікті шығарылулары 1.1 кестеде келтірілген [1,2].

1.1 к е с т е - Органикалық отынды жаққанда қалдық газдардың негізгі құраушыларының меншікті шығарылуы, кг/т

Ластаушы зат	Көмір		Табиғи газ
	қоңыр	тас	
CO ₂	3200-3300	2600-2700	1600-1700
CO	14-55	14-55	3-7,5
NO _x	4,0-6,0	2,5-7,5	1,3-4,5
SO _x	5,0-25,0	1,5-8,0	1,4-4,4
Қатты бөлшектер	70-100	60-80	0,1-ге дейін

Ескерту. Меншікті шығарындылардың мәндерінің шашыратылуы отынның химиялық құрамыны мен қолданылатын есептеу әдістемесінің әртүрлілігімен байланысты.

Көмір ЖЭС-терінің басты міндетті электростансаның атмосфераға шығаратын әр түрлі газды зиянды шығарындыларының рауалы мәндерін қамтамасыз ету үшін NO_x эмиссиясын бәсеңдетудің қазіргі заманғы экономиялық үнемді және тиімді технологияларын әзірлеу мен енгізу.

1. NO_x шығарындыларына байланысты заңнама. Үлкен көмір жағатын өндірістік қазандар(жылулық қуаты 500МВт-тан жоғары) үшін Еуропалық экономикалық қауымдастықтың деректемелері бойынша мүмкін болатын NO_x эмиссиясы [3]:

- 500 мг/м³ қолданыстағы ЖЭС-тер үшін 6% O_2 болғанда;
- 200 мг/м³ жаңа ЖЭС-тер үшін 6% O_2 болғанда.

2. NO_x шығарындыларын азайту тәсілдері. Көмір жағатын қазандарда NO_x шығарындысын азайтудың әр түрлі режимді-технологиялық шаралары жасалған: қазан жұмысын тиімділеу, аз зиянды оттықтар, ауаны сатылап енгізу, шығар газдарды кері қайтару, селективті каталиттік және каталиттік емес қалпына келтіру [3].

2.1 NO_x -ті ошақ ішінде бәсеңдету [3]. Қатты қожшығарулы ошақтарда жоғары сапалы тас көмірді жаққанда 20 % термиялық NO_x (жану кезінде ауадағы молекулалық азоттың қышқылдану есебінен), 75 % отындық NO_x (отындағы химиялық байланысқан азоттың қышқылдану есебінен), 5 % азоттың жылдам қышқылдары (молекулалық азот пен көмірсутек радикалдарының арасындағы реакцияның нәтижесінде).

Отын құрамындағы азот қанша көп болса, көмір жанғанда NO_x эмиссиясы соғұрлым жоғарырақ болады.

Қазан жұмысын тиімділеу [3] диірменді теңгерту, ауалық регистрлерді жөндеу, ауалық ағын мен көмір ағындарын біркелкі бөлу және т.б. Шекті төмен ауа шығынымен жұмыс жасағанда CO -нің сенімді сезгілері керек; жанбай қалған көміртегінің пайда болуын анықтайтын сезгі керек; әр оттық үшін ауа-отын қатынасын күйге келтіру орны қажет.

Жану процесін оңтайландыруда жану процесінің тиімділігі көбінесе ауа-отын қатынасымен, сондай-ақ қазан ішіндегі ауаны тиімді үйлестірумен анықталады; бұл жағдайда қазан агрегаттарында шаң көмірлі отынды қолдануда отын мен ауа арасындағы қатынасты тиімді тепе-теңдікте ұстап тұру өте қиын екенін ескеру керек.

Американдық оттығы тангенциалды көміртозаң қазандарындағы NO_x шығарындылар азайту [4] жұмыста қарастырылған. Қазанға отын ретінде жоғары сапалы тас көмір қолданылған, сипаттамасы: $W^r=9,9\%$, $A^r=8,5\%$,

$Q^r=27,6$ МДж/кг (6590 ккал/кг). Көмір құрамындағы күкірт мөлшері – 2,8 %, азот – 1,4% (жанғыш бөлігіне), ұшпа заттар шығысы – 35,6 %. Оттықтың қатты қож шығарулы ошақ камерасы бес қабатта биіктігі бойымен орналасқан. Азот оксидтерінің меншікті шығарындысы 0,267 г/МДж-ді құрады, бұл NO_x концентрациясы = 720мг/м^3 -қа сәйкес келеді. Жүктеме 0,8 номинальдіге дейін төмендегенде, NO_x конценрасиясы 680мг/м^3 -қа дейін (0,254 г/МДж) төмендеп отырды. Жаңартудан кейін, аэроқаспа саптамасына шектесе байланысқан, ауа саптамаларының бір бөлігі жанама бойымен бағытталғанда және саптамалар бөлінгенде, NO_x шығарындылары 520 мг/м^3 – ді (0,193 г/МДж) құрады.

2.2. Аз зиянды оттықтар [3] құйынды, тангенциалды оттықты ошақтарда NO_x – ті азайту үшін қолданылады. Құйынды оттықты ошақтар үшін қарапайым қолданыстағы отықтарды ауыстырады. Тангенциалды оттықты ошақтар үшін көмір инжекторлары мен ауалық саптамаларды орнату қажет. NO_x эмиссиясын көп мөлшерін жоғары реакциялы көмірлерді жағу арқылы азайтуға болады: жоғары реакциялы көмірлер 6 % O_2 болғанда NO_x эмиссиясын 400 мг/м^3 алуға болады.

Аз зиянды оттықтар сатылы ауа жеткізу принципі бойынша жұмыс істейді. Олар NO_x –ті бәсеңдетудің басқа да біріншілік әдістерімен біріктірілуі мүмкін - NO_x шығарындыларының азаюының жоғарырақ қосынды көрсеткіштерне жету үшін 2 және 3 сатылы жағу.

NO_x пайда болуын азайту үшін ошақтық оттықтардың құрылымдық сипаттамасы мен жанудың тәсілдік көрсеткіштері [5] жұмыста өзгертілген.

Шаң көмірлі қазандарға аз зиянды оттықтарды орнату (мысалы, екі регитрлі оттық Бабкок-Вилькос (АҚШ), Митсуи Бабкок фирмасының құйынды оттықтары NO_x концентрациясын $500\text{-}570\text{ мг/м}^3$ –ке дейін азайтады).

Оттықтарды ауыстырудың басты себебі NO_x шығарындысының рауалы мәнін қамтамасыз ету міндеті. Табиғи газды жаққандағы аз зиянды шығарыдылы оттықтарды зерттеу нәтижесі [6] жұмыста келтірілген. ТГ-104 және ТГМЕ-206 қазандарында зауыттық оттықтарды ЗАО «Экотоп» және «Todd Combustion» фирмаларының тура ағынды құйынды оттықтарымен алмастыру NO_x шығарындысын 700-ден $250\text{-}300\text{ мг/м}^3$ -ке дейін 2-2,5 есеге азайтуға мүмкіндік берді. «Альтсон» фирмасының оттық қондырғылары мен құрылымдары шаң көмірлі қазандар үшін қалдық концентрацияның 500 мг/м^3 -тен төмен, ал селективті каталиттік қалпына келтірумен қиыстырғанда – 100 мг/м^3 -ке дейінгі мәнін қамтамасыз етеді.

2.3. Ауаны сатылап енгізу [3] немесе екі сатылы жағу – аз зиянды оттықтармен салыстырғанда NO_x –тің 50%-ға дейін азаюын қамтамасыз ететін тангенциалды ошақтар мен құйынды оттықтарға арналған технология.

«Матсуи Бабкок» фирмасының екі сатылы жағу технологиясы: ошаққа үшінші ауа арнайы құрылымдық саптама арқылы жоғарырақ жылдамдықта енгізіледі, осылайша үшіншілік ауа сорғыларының енуін және жану өнімдермен араласуын жақсартады. Жағып біту аймағындағы ретсіздіктің артуы ағынның бірқалыпсыздығын азайтады. 6% O_2 болғанда NO_x концентрациясы 437мг/м^3 -ті құрайды.

Жоғары реакциялы көмірді (Г және Д маркалы) екі сатылы жағу арқылы NO_x эмиссиясын бәсеңдету қарастырылды және жанынан үрлеуі бар тура ағынды қазандарда ауаның артықтық есеслеуішін терең төмендеткен жағдайда екі сатылы жағу үш сатылы жағудан кем түспейтіні [7] жұмыста анықталған. Мұнды оттықтардағы ауаның артықтық есеслеуішін азайту үшін жанынан және үстінен үрлеумен қатар, зиянды шығарындылары мен отынның кем жануының азаюын қамтамасыз ететін, астынан үрлеуді міндетті түрде қолдану керек.

Қазан ошақтарында газды сатылап жағу нәтижесінде NO_x түзілуінің механизмі [8] жұмыста зерттелген. Оттықтар ішіндегі ішене сатыларды қиыстыру мен газды қабаттарға қайта бөлу арқылы NO_x -тің «шапшаң» және «термиялық» механизм бойынша түзілуін бәсеңдету мен NO_x концентрациясын 45 мг/м^3 -ке дейін едәуір төмендетуіне себеп болатын шарттар орындалды. Авторлардың ұйғарымы, «шапшаң» және «термиялық» азот оксидтерінің эмиссиясын тиімді азайту үшін шапшаң NO_x -тің түзілу аймағына оны едәуір «бай» қоспалардың аймағы мен газдардың кері қайтаруын қолдану арқылы оттықтағы жоғарғы жалпы жанып біту аймағына ысыру арқылы.

2.4. Шығар газдаркері қайтару [3] үлкен өндірістік қондырғылардағы бу ыстықтығын бақылау үшін кеңінен қолданылады. NO_x -ті төмендету үшін газдарды кері қайтару тәсілін қолдану термиялық NO_x -ті төмендетудегі маңызды факторлармен – ыстықтықтың өмендеуі мен O_2 -нің ауаның қоспасымен сұйылтуымен байланысты. Әдістің тиімділігі газдарды енгізу орына байланысты – кері қайтқан газдарды оттықтар арқылы енгізудің тиімділігі жоғарырақ.

Алайда бұл жағдайда, егер көмір жағатын стансаларда жалпы NO_x эмиссиясына термиялық NO_x -тің салыстырмалы үлесі аз болса бұл әдіс қолданылмайды.

2.5. Үш сатылы жағу [3] – ауа мен отындық бөлініс(распределения) қағидасын біріктіретін NO_x шығарындыларын азайту технологиясы, үш жану аймағын құруға негізделген. Негізгі аймақта рауалы ауа шығынында 1,05-1,1 жылу бойынша (көмір) отынның шамамен 80% жанады және NO_x -тің басым бөлігі түзіледі. Алайда температура неғұрлым төмен болса соғұрлым термиялық NO_x төмен; оттегінің неғұрлым төмен концентрациясы соғұрлым төмен отындық NO_x -ке алып келеді. Қалпына келтіру аймағында жылу бойынша 20% отын(жұқа ұсақталған көмір, газ) енгізіледі, ыдырағанда біріншілік аймақтағы NO_x –пен реакцияға түсіп HCN азоттық қосылыстарын түзетін, көмірсутек радикалдарын түзеді. Соңғысы азот молекулаларына дейін ыдырап NO_x –ті тиімді бәсеңдетуге ықпал етеді. Қалпына келтіру аймағындағы тиімді ауа шығыны 0,85-0,95. Үшіншілік ауаны енгізу барлық жанбай қалған өнімдердің толық жануын қамтамасыз ететін жанудың біту аймағын қалыптастырады. Үш сатылы жағу технологиясын қолданғанда туындайтын мәселелер:

1. Жүру уақыты: біріншілік аймақта – негізгі отынның толық жануының кепілі; қалпына келтіру аймағында – екіншілік отынның ыдырауына сәйкес болуы керек; жанып біту аймағында – әкетінді құрамындағы жанғыш заттардың мөлшері қалыпты жағдайда болуын қамтамасыз ету үшін жеткілікті болуы керек.

2. Қосымша қондырғы қажет – басқару жүйесі мен апараттарын бақылайтын жаңа қораб;

3. Диірмендерді жаңарту – әкетінді құрамындағы жанғыш заттар мөлшерінің қалыпты мәніне жету үшін, бөлектердің өлшемін («**тотина помола**») кішірейтуді талап етуі мүмкін. Үшсатылы жағудың нәтижесінде NO_x концентрацияларының мәні 325 ч 250 мг/м³ –ті құрады (ауа шығынының төмен мәнінде) (Англия, Италия фирмалары).

Кузнецкілік Г және Д маркалы көмірді ауа шығыны $\alpha \approx 0,7$ болғанда ТПЕ-214 қазандарында NO_x шығарындылары азайту үшін үш сатылы жануды қолданғандағы мәліметтер [8] жұмыста келтірілген. Түтін газдарындағы NO_x –тің мөлшері 350 мг/м³-ті құрады, ал екі сатылы жағу нәтижесінде – 440 мг/м³ болған.

Сондай-ақ қалыптастырудың көмірлі сатысы бар үш сатылы жағу қарастырылған және [8] жұмыста бекітілген, қарапайым тәртіпте 5 диірменмен жұмыс істейтін қазандарда:

- қалпына келтіру сатыны ұйымдастыруынсыз NO_x концентрациясының мөлшері =580-740 мг/м³-ті құрады;

- қалпына келтіру жүйесін ұйымдастырумен NO_x концентрациясы экономайзер сыртында $530\text{-}680 \text{ мг/м}^3$ -ті құрады.

4 диірменді тәртіпке ауысқанда NO_x концентрациясының мөлшері $480\text{-}450 \text{ мг/м}^3$ -ті құрады.

Жоғары реакциялы көмірді үш сатылы жағу сұлбаларын қолдануды қабырғалы жағдайларда [9] жұмыста қарастырылған. Бұл сұлбаның маңыздылығы отынды негізгі бөлігін ауа шығынымен ($\alpha \approx 1,05$) және одан кейін қалпына келтіру аймағында отынның толық жанып бітуін қамтамасыз ету. Соңғысы аймақтағы ауа шығысы $\alpha \approx 0,9\text{-}1,0$ болғанда қаплына келтіруші отынды бергенде пайда болады. Қабырғалық әдіс нәтижесі бойынша бұл сұлбаны қолдану арқылы NO_x шығарындысының мөлшерін 60 %-ға азайтуға болады. Әдісті қазандарға қолдану NO_x шығарындысының мөлшерінің 40%-ға азайғанын көрсетті.

Сондай-ақ [10] жұмыста қатты отынды үш сатылы жағу да көрсетілген. Мұнымен қоса қалыптастыру аймағын қалыптастыру үшін ешқандай дайындаудан өтпеген негізгі қатты отын қолданылды (асажұқа ұсақтау, синтез-газды алу және т.б.). Өлшеулердің көрсетуінше, ПК-14 ВТГРЭС қазандарында екібастұз көмірін үш сатылап жаққандағы NO_x шығаруының мөлшері $450\text{-}460 \text{ мг/м}^3$ -ке дейін төмендеген, әкетінді құрамындағы жанғыш заттар мөлшері екі сатылы жағу тәртібіндегі белгіленген деңгейге дейін төмендеген.

2.6. Жылугенераторларының түтін газдарын NO_x -тен тазартудың шық нүктесінен төменгі ыстықтыққа дейін суытуға, азот оксидтерін қышқылдату мен озон қатысында азот оксидтерін сумен (су буының шығымен) абсорбциялауға негізделген үрдісі [10] жұмыста қарастырылған. Түтін газдарындағы азот оксидтері сумен абсорбияланғанда сұйылтылған азот қышқылының түзілуі жүреді. Түтін газдарын тазарту кезінде NO_x сумен абсорбцияланғандағы химиялық құбылыстардың болмысы, азотты сумен жұту үрдісінің негізгі көрсеткіші озонның қатысуы, сондай-ақ ыстықтығы (тиімді мәні $30\text{-}40$ °C) екенін көрсетті.

АҚШ-тің шаң көмірлі қазандарында NO_x мен SO_x –нің шығарындыларынан бір уақытта тазарту технологиясы [10] жұмыста келтірілген.

Мамандардың ойынша, РФ-ғы электростансалардың көп бөлігін қатты отын түріне ауыстыру тиімді, бұл өз кезегінде атмосфераға шығарылатын азот пен күкірт оксидтерінің және күлді болшектердің мөлшерінің артуына алып келеді. РФ ЖЭС-тарындағы түтін газдарын қатты бөлшектерден тазарту $99,5\text{-}99,9$ % болса, онда тек қаржыландыру мәселесімен тоқтап тұр, ол NO_x мен SO_x шығарындыларының мәнін бір уақытта өте үлкен мөлшерде азайту үшін жаңа технологияларды енгізу үшін қажет.

АҚШ-та NO_x мен SO_x шығарындыларынан бір мезетте тазартудың келесі технологиялары қолданылады:

- 1) аса жұқа шанды пайдалану арқылы үш сатылы жағу мен беттеспелі (**концентрический**) пайдаланып NO_x –ті азайту;
- 2) түтін газдарын NO_x мен SO_x шығарындыларын азайту мақсатында тазарту – сорбент регенерациясы мен электрофильден кейінгі қайнаған каббаттың адсорбері арқылы құрғақ тазарту; сорбент ретінде көмірқышқылды натриймен байытылған алюминий оксидтерінің сфералық бөлшектері қолданылады;
- 3) NO_x –ті DRB-XCLаз зиянды оттықтарын қолданумен азайту;
- 4) үш сатылы жағуды газды қолданумен қиыстыру – тангенциалды ошақтар үшін газдың үлесі 18% болғанда; циклонды ағы ошағы бар қазандар үшін;
- 5) NO_x мен SO_x шығарындыларын азайтудың қиыстырылған құрғақ әдісі – үшіншілік ауаның аз мәніндегі аз зиянды оттықтарды қолдану барысында.

Төменде екі тиімді әдістер қарастырылған.

Газ қолданатын үш сатылы жағу мен құрғақ аддитивтік әдістерді қиыстыру

85% мөлшердегі қатты отын негізгі аймақта жағылады, ал отынның газ түрдегі қалған бөлігі негізгі зонадан кейін ауа кемшілігімен ошақ көлеміне беріледі. Нәтижесінде азот оксидтерінің бөлшектеп азот молекулаларына өтуі жүретін қалпына келтіру аймағы құрылады.

Алаудың үстінгі бөлігіне күкірт диоксидтерін байланыстыратын кальций құрамды сорбент сығылады – осылайша берілген әдіс көмір қазандарындағы қарапайым үш сатылы жанудан ерекшеленеді.

Берілген әдіс ЖЭС-тің 80 МВт пен 40 МВт қайраттық құрама қазандарына енгізілген. Бірінші қазан құйынды оттықтарды тангенциалды орнатылған қатты қожшығарушы ошақпен жабдықталған. Екінші қазан циклонды алғы ошақты қазан. Негізгі отын – күкірт үлесі 3 % құрайтын тас көмір. Екі қазанда да NO_x мен SO_x шығарындыларының азаюы байқалды: бірінші қазанда NO_x –тің азаюы 75 % , SO_x – 53 %-ға азайды; екінші қазанда - NO_x –тің азаюы 74 % , SO_x – 58 %-ға азайды.

Қатты бөлшектердің шығарындысы жоғарламады және бұған электрофильтр (сүзгі) алдында түтін газдарын ылғалдандыру себеп болды.

Избестің инъекциясымен (әк соруы) қиыстырылған көп сатылы оттық

DRB-XCL типті аз зиянды отықтарды қолданған жағдайда NO_x шығарындыларының азаюы 40-50 % , SO_x –ті байланыстыру деңгейі бастапқы көмірдің құрамындағы күкірттің үлесіне байланысты өзгерді – 53-тен 60 %-ға дейін ізбесті қолданғанда, 42-ден 50 %-ға дейін доломитті қолданғанда, 22-ден 25 %-ға дейін ізбестасты қолданғанда.

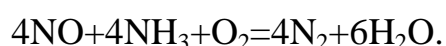
2.7. Алайда көрсетілген әдістер NO_x шығарындыларының нормалық шарттарын қамтамасыз ете алмайды. Сондықтан бұларды жетілтіру қажет, сондай-ақ төменде көрсетілген басқа да әдістерді жетілдіру және қолдану керек.

2.8. Селективті каталиттік және каталиттік емес қалпына келтіру. Энергетикада түгін газдарын азот оксидтерінен тазарту үшін келесі технологиялар (тәсілдемеліктер) қолданылады:

- катализатор қатысындағы селективті каталиттік қалпына келтіруді;
- селективті каталиттік емес қалпына келтіру.

Екі технология да қалпына келтіруші ретінде сұйытылған аммиак, амикаты су, карбамид және мүмкін басқада гидролиз бен термиялық ыдырау нәтижесінде аммиакты генерациялайтын азот құрамды қосылыстар қолданылады. Бұл жағдайда ЖЭС-те аммиакты немесе басқаларын қабылдайтын, сақтайтын және беретін бұрыш немесе арнайы аммиакты шаруашылық қажет болады.

2.8.1. Селективті каталиттік қалпына келтіру [3]. Құрылғы аммиакты беру мен енгізу жүйесінен, ұяшықтар топтамасы бар реактордан – катализаторлардан, жеткізу құбырлары мен басқару құралдарынан тұрады. Аммиак саптамалар жүйесі арқылы шығар газдарға беріледі және алынған қоспа экономайзер мен ауа қыздырғышының аралығында орналасқан ванадий, титан, платина негізіндегі 3-5 қабат металл катализаторларынан өтеді. Катализатор бетінде NH_3 –пен NO_2 молекулалық азот пен су буын түзіп әрекеттеседі:



Бұл әдіс NO_x эмиссиясын 90%-ға азайтуға мүмкіндік береді. Алайда белгілі кемшіліктері де бар:

- әдіс көп қаражатты талап етеді;
- аммиак ішке өтіп кетуі мүмкін.

Аммиак:

- 1) ұшпа аймағын қолдануға жарамсыз етеді;

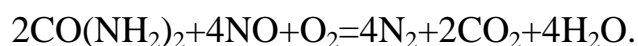
2) күкірттазартуға өткен жағдайда гипстың бөлінуіне алып келеді, ал ол қатты қалдық ретінде тазартылады.

3) бөлме ішінде жағымсыз иісті тудырады:

- катализаторлар ұшпа заттармен толып қалуы мүмкін.

Селективті каталиттік емес қалпына келтіру – нәтижесінде оттегінің қатысында NO_x –пен әрекеттесетін және NO_x –ті азот пен суға ыдырататын аммиакты түзетін NO_x шығарындысын азайту әдісі. Бұл реакция өте жоғары 850-1100 °С ыстықтықтарда жүреді, сондықтан реагентті конвектиты газ жолы арқылы енгізіледі. Газдарды тазарту жүйесінің негізіне карбамидті қолдану арқылы азот оксидін жоғары температуралы селективті каталиттік емес қалпына келтіру жатады.

Тазарту процесі 850-1100 °С ыстықтық аралығында брутто-реакциямен (өрескі тектесумен) өтеді:



Газ тазартудың жоғарғы деңгейіне жету үшін қалпына келтіргіштің реакция аймағында болу уақыты 0,3-0,5 с құрайды. Қатты карбамидтің шығынының (кг/ч) азот оксидтерінің шығарындыларының массалық (маңыз) шығыс (кг/ч) қатынасына тең болатын, қалпына келтіргіштің шығын еселеуіші қазанның жұмыс тәртібіне байланысты 1,1-2 аралаығында өзгереді.

NO_x –ті қалпына келтіру үшін объекте түйіршіктелген карбамидті химиялық тазартылған сумен араластыру арқылы дайындалатын немесе дайын күйде жеткізілетін, карбамидтің 40 %-дің сулы ерітіндісі қолданылады.

Карбамид ерітіндісін дайындау орталығының құрамына қатты карбамидті сақтайтын ыдыс, ерітіндіні дайындайтын бак пен карбамидті ерітуге арналған және ерітіндіні шығыс ыдысқа айдайтын сорғы кіреді. Ерітіндінің берілген концентрацияны алу үшін қатты карбамид пен химиялық тазартылған судың қажет мөлшерін ерітінді дайындайтын бакқа жібереді. Ерітінді дайындай кезінде еріту процесінің тез жүруі үшін құйынды сорғыны қосады. Дайын ерітінді жұмыстық шығын ыдысына айдатылады, одан кейін дозатор-сорғысы арқылы су буымен ($P \leq 13 \text{ кгс/см}^2$, $t = 240^\circ\text{C}$) араластырылатын араластырғышқа беріледі. Ары қарай букарбамидті қалпына келтіруші қоспа үлестіргіш қондырғылар арқылы қазанның тиімді ыстықтықтағы аймағына жіберіледі. Қалпына келтіруші қоспаны енгізу үшін арнайы ағынша типті бүркегіштер қолданылады.

Газдарды тазалау процесі автоматтандырылған басқару жүйелер арқылы реттеліп отырады. Сондай-ақ тазарту құбылысын (процесін) қолмен басқару арқылы жүргізу де мүмкін.

ТП-87 қазандарына байланысты техникалық құжаттарының негізінде, үлестіргіш құралдарды орналастыруға тиімді аймақ ретінде 26м мен 34м биіктіктегі қазанның шеткі қабырғалары (шымалдықты буқыздырғышы мен әдіп арасы) екені анықталды. Қалпына келтіргіш қоспаның берілуі саптама құралдарының тесіктерінен ағу жылдамдығының аумалы мәнінде жүргізілуі керек, ол өз кезегінде оның түтін газдар ағынының бойында максималды тез және біркелкі үлесуіне мүмкіндік береді.

Араластырғышқа берілетін бу көрсеткіштері бугазды қалпына келтіруші қоспаның түзілуін және газ жолы көлеміне қоспаның таралу сапасын қамтамасыз ету керек. Карбамид ерітіндісінің берілуі уақытша тоқталыған жағдайда бу үлестіргіш құралдарды суықшы жүйеге берілуі тиіс.

Автоматты басқару жүйесі газдарды азоттан тазартудың қажетті деңгейін беріп және бақылап отыруға; карбамид ерітіндісінің шығынын тиімділеуге; процесінің барлық көрсеткіштерінің мәнін бақылап, керек жағдайда өзгертіп отыруға; тазалайдың процесінің статистикалық мәліметтерін өңдеп және оларды компьютер дисплейіне график немесе басқа түрде шығаруға мүмкіндік береді.

Болжамды нәтижелер. Ұсынылатын тазалау жүйесі, егер түрдегі табиғи газбен жұмыс істегенде азот оксидтерінің бастапқы концентрациясы ≤ 500 мг/нм³, ал көмірмен жұмыс істегенде ≤ 1500 мг/нм³ шарты орындалған жағдайда азот оксидтерінің шығарындыларының мөлшерін азайтудың техникалық тапсырысына қажетті деңгейін қамтамасыз етеді. Тазартылған газдар құрамындағы NO_x –тің концентрациясының мәні табиғи газбен($\alpha=1,4$) жұмыс істегенде 125мг/нм³ –тен және көмірмен($\alpha=1,4$) жұмыс істегенде 570 мг/нм³–тен аспайды.

Жұмыста [12] қоқыс жағатын қазандарға түтін газдарын азот оксидтерінен тазартудың каталиттік емес жүйесін енгізу көрсетілген.

Қазіргі кезде қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) заласыздандырудың басты технологиясы ретінде оларды әр түрлі типті қондырғыларда жағу болып табылады. Термиялық заласыздандыру процесін ҚТҚ-ға олардың қайраттық потенциалдарын ескере отырып қолдантын болсақ ҚТҚ-ы тиімді кәдеге жарату

проблемасының шешімін қамтамасыз етеді. ҚТҚ-ын жағумен бірге әр түрлі зиянды заттардың бөлінуі де жүреді: азот, күкірт, көміртегі оксидтері, хлор сутегі, фтор сутегі, диоксин мен фурандардың, сондықтан қазіргі

қалдықжағушы қондырғылар түтін газдарындағы зиянды заттарды қажетті қалыпты мөлшерге азайту үшін шаңгазұстағыштар жүйесімен жабдықталған.

№2 қалдықжағатын зауытта ең алғаш рет түтін газдарын NO_x –тен тазартуды жоғары ыстықтықты каталиттік емес қалпына келтіргішты қолданып қарапайым азотқа дейін тазарту жүйесі қарастырылған, каталиттік қалпына келтіргіш ретінде карбамид қолданылды.

Қатты тұрмыстық қалдықтарды жаққанда NO_x –тің түзілуі: 1) жануға берілетін ауа азоты («термиялық» NO_x) мен 2) ҚТҚ-ң құрамына кіретін химиялық байланысқан азоттың («отындық» NO_x) қышқылдануы есебінен жүреді. Жалпы NO_x мөлшерінің «отындық» құраушысы мөлшері «термиялық» құраушысынан бір неше есе артық. Азот құрылымы, құрамына байланысқан азот кіретін қосылыстар табиғаты, сондай-ақ жану шарттары – химиялық байланысқан азоттың органикалық отында NO азот оксидіне айналу дейгейін көрсететін факторлар, бұл отын құрамындағы азоттың үлесіне байланысты 10-100 % құрайды.

Түтін газдарының құрамындағы «отындық» NO_x –ы азаюту үшін тазартудың арнайы тәсілдерін қолдану керек, себебі тәртіптік-технологиялық шаралар олардық үлесін азайтпайды.

NO_x –ті селективті каталиттік қалпына келтіру әдісі қоқыс жағуқұралдарында тәжірибеде қолданылмайды.

Исследованиями РГУ нефти и газа им.Губкина установлено, что при использовании процессов селективного некаталического восстановления NO возможно снижении содержания NO до 70-90 %. Процесс 900-1000 °С ыстықтықта жүреді, катализаторлардың қатысынсыз, күкірт оксидтерінің үлесіне және газдың тозаңдылығына қатысты емес, қалпына келтіргіш ретінде карбамид қолданылады. NO каталиттік емес қалпына келтіру процесінің тиімді жүруі үшін міндетті түрде қалпына келтіргіш тазаланатын газдар ағынымен тез әрі толық араласуы керек. Сондықтан қалпына келтіргіш қоспа қызбайтын саптамалар арқылы түтін газдар ағынына аумалық жылдамдықта енгізіледі, бұл өз кезегінде олардың қарқынды араласуын қамтамасыз етеді. Түтін газдарындағы азот оксидтерінің үлесі, мг/м^3 : NO – 120-220; NO_2 – 1-2 және сондықтан да газдарды тазарту жүйесін таңдағанда NO_2 –ні ескермеуге болады.

Түтін ағынында NO шоғырлығын тікелей бақылауға Германия SICK фирмасының өзіндік істейтін (автоматические газоанализаторы) GM 31 газталдағышы пайдаланады.

Берілген түтін газдарын тазарту жүйесі түтін газдарындағы NO үлесін 30-70 мг/м^3 аралығында болуын қамтамасыз етеді, бұл санитарлы нормаларға сәйкес келеді.

ЖЭС-тағы зиянды заттардың шығарылындарының өнтірістік мониторингі.

ЖЭС-тағы шығарындылардың өндірістік мониторингі – бұл үздіксіз бақылау:

а) ЖЭС-тің мұржасындағы зиянды заттардың массалы шығарындыларын;

б) қазандардың газжолындағы зиянды заттардың концентрацияларын.

Бұл қоршаған орта табиғаттын қорғау шаралары келесі мақсаттарға жүргізіледі:

1) ЖЭС-тің атмосфераға шығаратын зиянды шығарындыларын бақылау;

2) экологиялық қауіпсіздік пен жоғары тиімділікті қамтамасыз ету үшін отынды жағудың жұмыстық режимдерін бақылау және жөнге салу.

2 Жылутәсілдік есептік бөлім

2.1 БКЗ-75-39Ф маркалы қазан құрамының қысқаша сипатта

2.1.1 БКЗ-75-39Ф қазанының параметрлері

Текелі 2 ЖЭО-де Барнаул қазан зауытының БКЗ-75-39Ф маркасының қазаны орнатылған [21].

БКЗ-75-39Ф маркалы қазандар тас көмір, қоңыр көмір және фрезерлі шымтезек отындармен жұмыс істеуге арналған.

Қазандар табиғи айналымды тік-су құбырлы, бір дағырады, ірі кесекті құрылысы П–тәрізді құрастырылымымен орындалған.

Диірмен қондырғысының түрі - аралық бункері бар, шарлы-дағыралы диермендер.

Қазан жұмысқа келесі параметрлерде есептелінген:

Бу өнімділігі	- 75 т/сағ;
Жылу өнімділігі	- 51 Гкал/сағ;
Бу бөгегіштен кейінгі қыздырылған бу қысымы	- 39 МПа;
Қыздырылған бу температурасы	- 440 ^o С±2 ^o С;
Қоректік судың температурасы	- 145 ^o С;
Қазан дағырасындағы қысым	- 44 МПа;
Қазанның сулық көлемі	- 29,8 м ³ ;
Қазанның булық көлемі	- 13,65 м ³ .

Оттық бірінші кірісті газ жүрісінде орнатылған, ал екінші кірісті газ жүрісінде су үнемдегіш және ауа қыздырғыш орналастырылған.

2.1.2 Ошақ (жану құтысы, камера сгорания)

Оттық бөлік Ø 60* 5,5 ст. 20 құбырлы, әр қадамы 64 мм болатын қалқандардан құрастырылған. Оттық камераның қалқандары өзіндік айналымды 14 контурға бөлінген. Төменгі бөліктегі артқы және фронттық

қалқандар суық құйындарды түзеді. Оттықтың жоғарғы бөлігіндегі артқы қалқандар, (аэродинамикалық өткел) оттыққа кірісті түзеді, оттықтың жоғарғы жағын түтін газдармен толтыру және бу қыздырғыш қалқалардың жартылай көлеңкелеуге арналған қызметін атқарады.

Артқы қалқандардың құбырлары "өткелді" қалқандай отырып, 20,8 м биіктікте коллекторға жинақталады, сол жерден Ø 133*10 мм болатын он алты құбырлармен бу мен су қоспасы қазанның дағырасына барады.

Әрбір контурдың экрандық құбырлары Ø 273*35 мм коллекторларына кіреді. Су мен бу камералары Ø 133*10 мм құбырлар арқыры қазан дағырасымен қосылады. Оттық камерасының көлемі 1510 м³ құрайды.

Ошақ камерасының фронттық қабырғасында 9,8 м және 12,3 м биіктікте ГТ типті 8 турбуленттік оттықтардың екі ярусты 4 оттық қатарлап орнатылған. Шеткі оттықтар 6° бұрышымен ошақтың орталық өсіне бұратыла орналасқан, тозаң бойынша оттықтың өнімділігі 6 т/сағ құрайды. Әрбір оттыққа УЛПП-1 типті екі-екіден өнімділігі 1,3-5,0 т/сағ тозаң қоректендіргіші орнатылған. Оттықтарда ОН - 563-07 типті ұзындығы 2500 мм, өнімділігімен 820 кг/сағ болатын, булы тозаңдатқыш мазут бүркігіштері (форсункалары) орнатылған,

Тіктөртбұрышты қимадағы оттық камерасы жоспарға қарай құбырлардың өстері бойынша 12096*6656 мм өлшемге ие.

Газдардың оттықтан шығуындағы есептік температурасы 1170 °С құрайды. Оттық камераның айналма пішіні - құбырлы. Түсіруші құбырлар 133*10 айналма пішіні ішіндегі маңызды бөлігінде орнатылған.

2.2 БКЗ-75-39Ф қазанынан тасталынатын ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуын есептеу

2.2.1 ЖЭС-тің қазандық қондырғыларынан шығарылатын қатты бөлшектердің мөлшерін есептеу

Қазандардың түтін газдарымен ауа атмосферасына шығатын қатты бөлшектердің сомарлы мөлшері (ұшпа күл мен жанбай қалған отын) $M_{ТВ}$ келесі екі формуламен анықталады:

$$M_{ТВ} = B \frac{A^r}{100 - \Gamma_{уН}} a_{уН} (1 - \eta_3) = 7.8 \frac{9.6}{100 - 14.7} 0.95 (1 - 0.985) = 0.0125 \text{ т/сағ},$$

$$M_{ТВ} = 0.01B \left(a_{уН} A^r + q_4 \frac{Q_i^r}{32.68} \right) (1 - \eta_3),$$

мұндағы B – табиғи отын шығысы, г/с (т);

A^r – отынның жұмыстық массадағы күлділігі, %;

$a_{уН}$ – қазанның шығар газдарымен әкетілетін күл үлесі; η_3 - күл ұстағыштарда ұсталатын күл үлесі;

Γ_{yH} – әкетіндінің құрамындағы жанғыш заттар мөлшері, %;
 q_4 – әкетіндідегі механикалық кемжанудан болған жылу шығыны, %;
 Q_i^r - отынның төменгі жану жылуы, МДж/кг;
 32,68 – көміртегінің жану жылуы, МДж/кг.

Атмосфераға шығарылатын қатты бөлшектердің сомарлы үлесіне кіретін, ұшпа күлдің мөлшері (M_3), келесі формуламен есептеледі г/с (т)

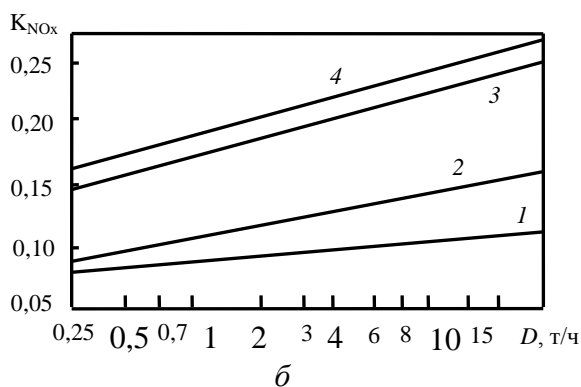
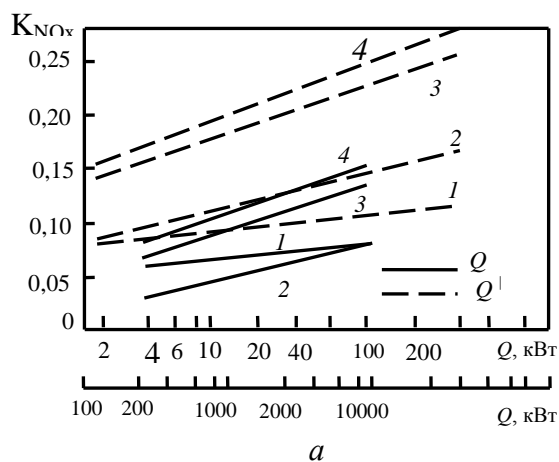
$$M_3 = 0.01Ba_{\text{yH}}R^r(1 - \eta_3) = 0.01 * 7.8 * 0.95 * 0.096 * (1 - 0.985) = 0,0001\text{т/сағ}$$

Қатты отынды жаққанда атмосфераға кокс қалдықтары түрінде шығарылатын, ошақта отынның механикалық кемжануынан пайда болатын, қатты заттар мөлшері (M_k), г/с (т)

$$M_k = M_{\text{ТВ}} - M_3 = 0,0125 - 0,0001 = 0.0124\text{т/сағ.}$$

2.2.2 ЖЭС-тің қазандық қондырғысынан атмосфераға шығатын NO_x азот оксидінің мөлшерін есептеу

N_2 –ге есептегенде қатты отын жанғанда түтін газдарымен атмосфераға шығатын NO_x азот оксидінің мөлшері , г/с (т/сағ):



2.1 сурет - Қазанның K_{NO_2} -ің жылулық қуатқа (a) және буюнімділігіне тәуелділігі (б): 1 – табиғи газ; мазут; 2 – антрацит; 3 – қоңыр көмір; 4 – тас көмір.

$$M_{NO_x} = BK_{NO_2} \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \beta_1 (1 - \varepsilon_1 r) \beta_2 \beta_3 \varepsilon_2 \left(1 - \eta_{аз} \frac{n_0}{n_k}\right) K_n,$$

мұндағы В – отын шығысы т.ш.о/сағ;

K_{NO_2} – азот оксидінің шығысын сипаттайтын еселеуіш, келесідей есептеледі:

$$K_{NO_2} = 7.5 \frac{D_\phi}{50 - D_n} = 7.5 * \frac{68}{50 + 75} = 4.08;$$

D_n және D_ϕ – қазанның номиналды және нақты буөнімділігі, т/сағ;

q_4 – отынның механикалық кемжануынан пайда болатын жылылық, %;

β_1 – жанатын отын сапасының азот оксидінің шығарындысына әсерін еске-ретін еселеуіш, келесідей анықталады:

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47N^r = 0,178 + 0,47 * 1,46 = 0,8642,$$

ε_1 – ошаққа берілу шартына байланысты рециркуляциялаушылардың азот оксидінің шығарындысына әсерін ескеретін еселеуіш;

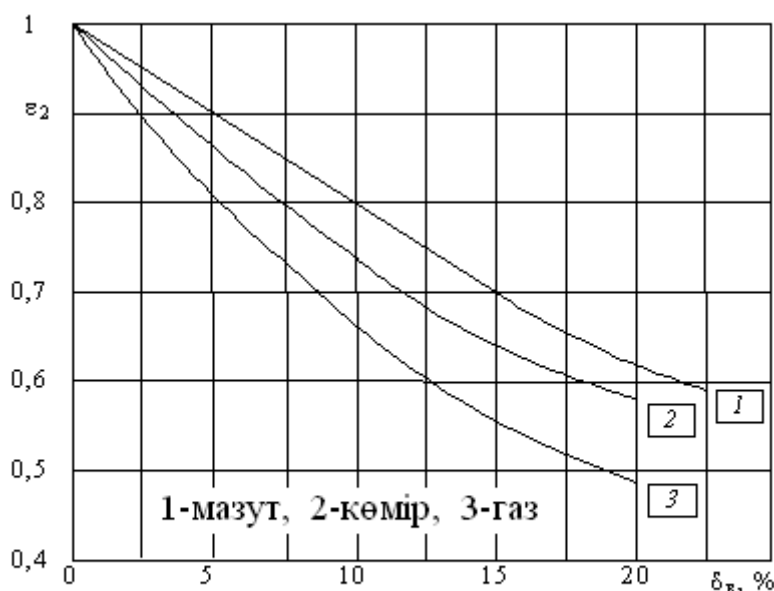
r – түтін газдарының рециркуляция деңгейі, %;

β_2 – оттықтардың конструкциясын ескеретін еселеуіш: құйынды оттықтарға 1,0; тура ағынды оттықтарға 0,85;

β_3 – қождан тазалау түрін ескеретін еселеуіш: қатты 1,0 және сұйық 1,6 қождардан тазартуға;

ε_2 – екі сатылы жағу кезінде азот оксидінің шығарындысының азаюын көрсететін еселеуіш (2.2 суретті қараңыз);

$\eta_{аз}$ – азоттазалағыш-



2.2 сурет - Негізгі оттықтардан басқаларына берілетін ε_2 еселеуішнің ауа үлесіне тәуелділігі

та ұсталатын азот оксидінің үлесі, %;

n_0, n_k – тазалағыш пен қазандық қондырғы жұмысының ұзақтығы, сағ/жыл;

K_n – қайта есептеу еселеуіші, жалпы шығарындыларды грамм секундпен есептегенде 0,278; тоннамен есептегенде 10^{-3} .

2.2.3 ЖЭС-тің қазандық қондырғысынан атмосфераға шығатын күкірт SO_2 оксидінің мөлшерін есептеу

Түтін газдарымен атмосфераға тасталатын күкірт оксидінің сомарлы мөлшері M_{SO_2} (г/с, т), келесі формуламен анықталады:

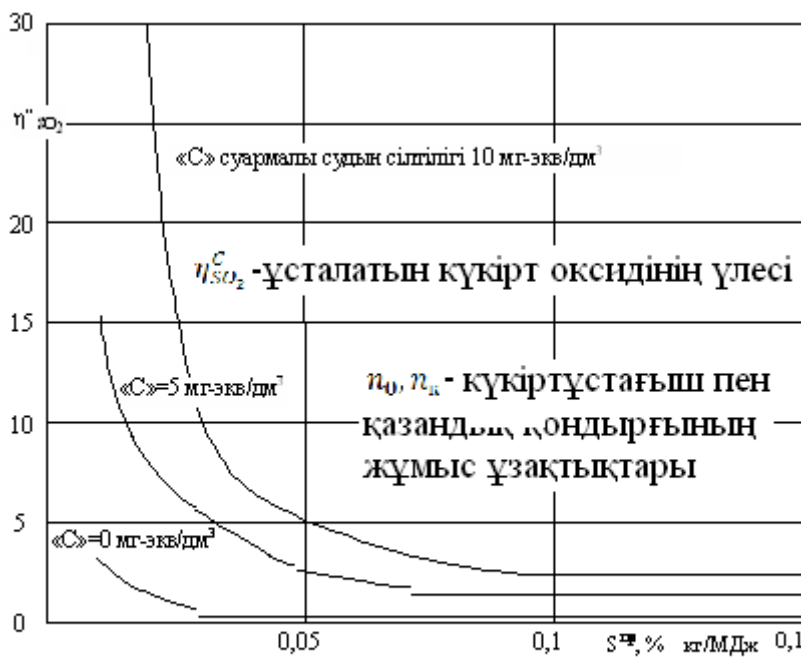
$$M_{SO_2} = 0.02BS^r(1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2})\left(1 - \eta_{SO_2}^C \frac{n_o}{n_k}\right),$$

мұндағы B – қарастырылған уақыт мезетіндегі табиғи отын шығысы, (г/с, т/сағ);

S^r – отынның жұмыстық массасындағы күкірт үлесі, %;

η'_{SO_2} – қазандағы ұшпа күлмен байланысты күкірт оксидінің үлесі, Шұбаркөл көмірі үшін 0,1;

η''_{SO_2} – жолай қатты бөлшектерді ұстайтын ылғалды күл ұстағыштарда ұсталатын күкірт оксидтерінің үлесі, ылғал күл ұстағыштар үшін 2.3 сурет бойынша анықталады;



2.3 сурет - η''_{SO_2} -тің отын $S^{пр}$ күкірттілігіне келтірілген тәуелділігі

$$S^{пр} = \frac{S^r}{Q_i^r}.$$

2.2.4 ЖЭС-нің қазандық қондырғысынан атмосфераға шығатын СО көміртегі оксидінің мөлшерін есептеу

Әр қазан үшін қатты отынды жаққанда түтін газдарымен атмосфераға шығарылатын көміртегі оксидінің мөлшері M_{CO} , т/жыл немесе г/с, келесі формуламен анықталады

$$M_{CO} = 0,001C_{CO}\left(1 - \frac{q_4}{100}\right)B,$$

мұндағы C_{CO} – қатты отынды, газды немесе сұйық отынды жаққанда пайда болатын көміртегі оксидінің шығарындысы, кг/т, кг/мың. м³/кг;

B – қарастырылған уақыттағы отын шығысы, т/жыл; мың. м³/жыл; г/с; м³/с;

q_4 – отынның механикалық кемжануынан болған жылу шығыны, %

$$C_{CO} = 0,01q_3 \frac{RQ_i^r \gamma_{CO}}{Q_{CO} \cdot 10^{-3}} = \frac{q_3 \cdot RQ_i^r}{1013},$$

мұндағы q_3 – отынның химиялық кемжануынан пайда болатын жылу шығыны;

R – түтін газдарының толық жанбаған бөлігіндегі көміртегі оксидіне негізделген, химиялық кемжанумен кететін жылулық шығынды ескеретін

еселеуіш: қатты отын үшін $R = 1,0$, газ үшін $R = 0,5$, мазут үшін $R = 0,65$;

Q_i^r – табиғи отынның төменгі жану жылуы, КДж/кг (КДж/м³);

γ_{CO} – көміртегі оксидінің меншікті үлесі, қалыпты жағдайда 1,25-ке тең;

Q_{CO} – көміртегі оксидінің жану жылуы, 126,5 КДж/м³.

3 Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі

3.1 ЖЭС-ны жобалау бойынша жалпылама мәліметтер

Бұл дипломдық жобада аз зиянды және аз шығынды ЖЭС жұмысы жобаланады. Нақтырақ айтқанда, қолданыстағы қазандарға атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың мөлшерін азайтатын аз шығынды технологиялық шараларды енгізу. Жұмыста БКЗ-75 типті қазандардағы осы шаралардың іске асырылу процесі негізге алынды. Бұндай типті қазандар Қазақстанда Текелі қаласының сорғы ЖЭС-да орнатылған. Станция орналасатын аймақтың табиғи-климаттық жағдайы: аудан климаты өкпек-континенттік.

СНиП 2.01.01.-82 сәйкес, ауаның орта жылдық температурасы $8,0^{\circ}\text{C}$, жазғы уақытта $22,0^{\circ}\text{C}$, тұрғындар саны 27 мың адам. Жағатын отыны – Шұбаркөл көмірі, оталдыратын отыны – мазут.

Бұл жобаның қауіпсіздік тіршілік әрекеті бөлімінде мыналар қарастырылады: санитарлы-қорғаныс зонасын аймақты анықтап және станциядан шығатын зиянды қоспалардың атмосферада сейілуін есептеу, станциядағы өрт қауіпсіздігі.

3.2 Санитарлы-қорғаныс аймақты анықтап, станциядан шығатын зиянды қоспалардың атмосферада сейілуін есептеу

Түтіндік құбыр арқылы ауада таралған электр станцияның айналасындағы зиянды қоспалардың жерлік концентрациясын есептеу.

Станция айналасындағы ластанған аймақты анықтау керек. Бастапқы деректер 3.1 мен 3.2 кестелерде келтірілген.

3.1 к е с т е – Бастапқы деректер

Биіктігі, Н, м	35
Саға диаметрі, м	4
Газдың шығу жылдамдығы W_0 , м/с	10
T_r , $^{\circ}\text{C}$	180
T_b , $^{\circ}\text{C}$	23
Шыққан күл M_k , г/с	260

Шыққан күкірт қос тотығы M_{so_2} , г/с	520
Шыққан азот тотығы M_{NOx} , г/с	25
Ауа тазалаудың деңгейі, %	0
Ауданның орналасуы	Текелі

3.2 к е с т е – Жел бағытының орташа жылдағы қайталануының мәндері, Р, %

Бағыты	С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ
Қала								
Текелі (Талдықорған 25км)	9	12	7	23	16	20	7	6

Зиянды заттардың жердегі концентрациясының максималды мәнін анықтау керек.

$$C_m = \frac{AxMxFxmxnx\eta}{H^2\sqrt[3]{V_1x\Delta T}}, \quad (3.1)$$

мұндағы А - стратификациялық температураның еселеуіші (коэффициенті, Қазақстан үшін А=200);

М – шығарылатын зиянды заттардың маңыздық шығысы, г/с;

F – заттарға сіңудің жылдамдығын анықтайтын еселеуіш ($F_1 = 1$ газ тәріздес заттарға тазартылған шығарылымның орташа эксплуатациялық (істегі) еселеуіші: 90 %-дан үлкен болғанда 2, ал 75-90 болса 2,5; 75-тен аз болғанда 2-2,5;

η - аймақтық рельеф коэффициенті;

$\eta = 1$ түзу жазықтық үшін;

H – биіктік, м;

V_1 – газды ауа қоспасының көлмдік шығысы, м³/с;

$\Delta T = T_r - T_b$ °С;

m және n еселеуіштерінің мәндері f, v_m , v'_m және fe көрсеткіштеріне (параметрлеріне) тәуелді анықталады (онда $\Delta T = T_r - T_b = 180 - 23 = 157$ °С):

$$f = 1000 \cdot \frac{D \cdot \omega_0^2}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{10^2 \cdot 4}{35^2 \cdot 157} = 2,1, \quad (3.2)$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3.14 \cdot 16}{4} \cdot 10 = 125,6 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.3)$$

$$v_m = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{125,6 \cdot 157}{35}} = 5,4, \quad (3.4)$$

$$v_m^l = 1.3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H} = 1.3 \cdot \frac{10 \cdot 4}{35} = 1,48, \quad (3.5)$$

$$f_e = 800 \cdot (v_m^l)^3 = 800 \cdot (1,48)^3 = 2593,4, \quad (3.6)$$

$f < 100$ болғандағы m -нің мәнін табамыз:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{f} + 0.341 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{2,1} + 0.341 \cdot \sqrt[3]{2,1}} = 0,82$$

$$n=1, \text{ себебі } v_m > 2, \quad (3.7)$$

Зиянды заттардың жердегі шоғырлығының (концентрациясының) ең үлкен (максималды) мәнін табамыз:

SO₂ үшін:

$$C_{MSO_2} = \frac{A_x \cdot M_x \cdot F_x \cdot m_x \cdot n_x \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 520 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{125,6 \cdot 157}} = 2,57 \text{ мг/м}^3 \quad (3.8)$$

Көздерден шығарылған заттардың аралығы X_M (м) жердегі шоғырлығы C (мг/м³) жағымсыз жағдай кезде метрологиялық шарттағы мәні C_M мына формуламен анықталады:

$$X_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (3.9)$$

мұнда өлшемсіз еселеуіш d келесі формуламен анықталады:

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0.28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 7 \cdot \sqrt{5,4} \cdot (1 + 0.28 \cdot \sqrt[3]{2,1}) = 22,1 \text{ м}, \quad (3.10)$$

$$X_{MSO_2} = \frac{5-1}{4} \cdot 22,1 \cdot 35 = 773,5 \text{ м}$$

Күл үшін:

$$C_{MK} = \frac{A_x \cdot M_x \cdot F_x \cdot m_x \cdot n_x \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 260 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{125,6 \cdot 157}} = 1,28 \text{ мг/м}^3$$

$$X_{MK} = \frac{5 - 3}{4} \cdot 22,1 \cdot 35 = 386,75 \text{ м}$$

NO_x үшін:

$$C_{MNOx} = \frac{A_x \cdot M_x \cdot F_x \cdot m_x \cdot n_x \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{125,6 \cdot 157}} = 0,12 \text{ мг/м}^3$$

$$X_{MNOx} = \frac{5 - 1}{4} \cdot 22,1 \cdot 35 = 773,5 \text{ м}$$

Желдің қауіпті жылдамдығында U_M зиянды қоспалардың жердегі концентрациясы C, (мг/м³) атмосферада факел осі бойынша шығарылым көздерінен әртүрлі аралықтағы қоспасы мына формулалар арқылы анықталады:

$$C = S_i C_M, \quad (3.11)$$

мұндағы S_i – өлшемсіз коэффициент, ол X/X_M қатынас және F коэффициенті бойынша анықталады

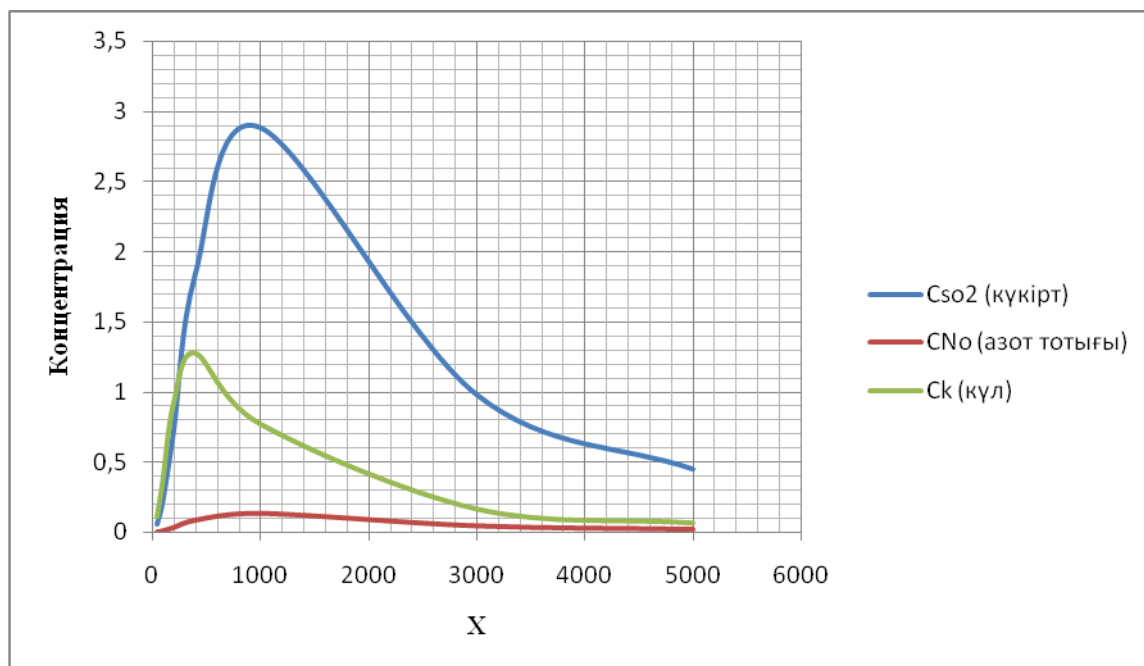
$$S_i = 3 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2, \text{ кезде } \frac{X}{X_M} \leq 1, \quad (3.12)$$

$$S_i = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1}, \text{ кезде } 1 \leq \frac{X}{X_M} \leq 8, \quad (3.13)$$

3.3 к е с т е – Есептеулер нәтижесі

X	Cso2 (күкірт)	CNo (азот тотығы)	Ck (күл)
50	0,059014	0,002755	0,107309
100	0,215457	0,01006	0,353602
200	0,709966	0,03315	0,912314
400	1,831755	0,085529	1,280211
1000	2,884804	0,134699	0,773838
3000	0,982598	0,04588	0,163951
5000	0,451505	0,021082	0,063639

Кесте 3.3 негізінде келесі графикті тұрғызамыз (3.1 суретті қараңыз):



3.1 сурет – Зиянды заттар концентрациясының арақашықтыққа тәуелділігі

Кәсіпорындағы санитарлы – қорғаныс зона (СҚЗ) шекарасын мына формуламен анықталады:

$$L=L_0*P/P_0, \quad (3.14)$$

мұндағы L_M - СҚЗ есептік өлшемі;

$L_0(M)$ – берілген жердегі жергілікті аймақты есептейтін өлшем, мұнда зиянды заттардың концентрациясы ШРК–дан асады;

P (%) – бұл қарастырылған румбтағы орташа жылдағы жел бағытының қайталануы;

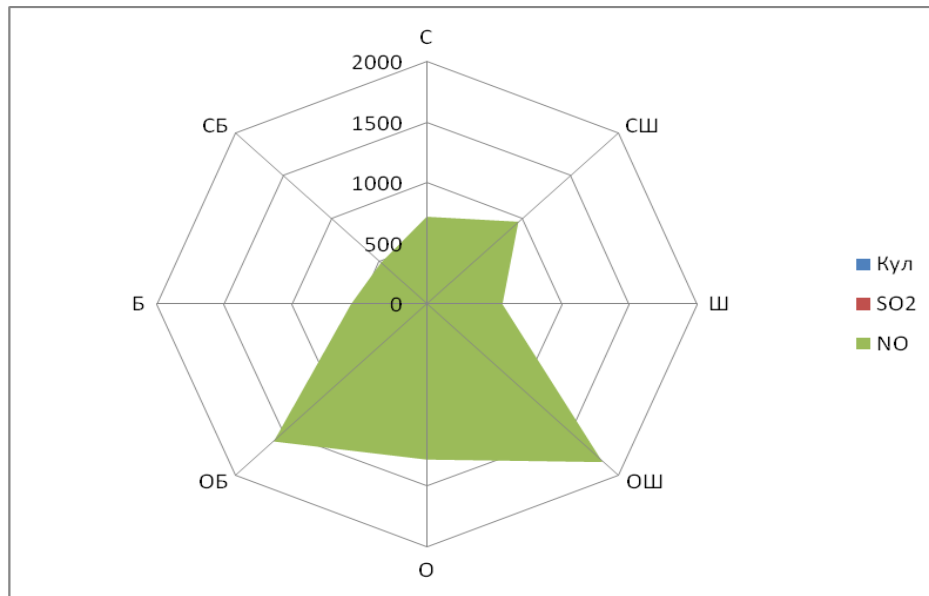
P_0 (%) - Роза желдерінің шеңберіндегі бір румбтағы жел бағытының қайталануы (3.4 мен 3.5 кестелерді және 3.2 мен 3.3 суреттерді қараңыз)

$$L(SO_2)=232,06, \quad L(NO_x)=1000, \quad L(күл)=141,4.$$

3.4 к е с т е – Желдер розасының шекарасы

	Күл	SO ₂	NO
С	101,808	167,08	720
СШ	135,744	222,77	960
Ш	79,135	116,03	560

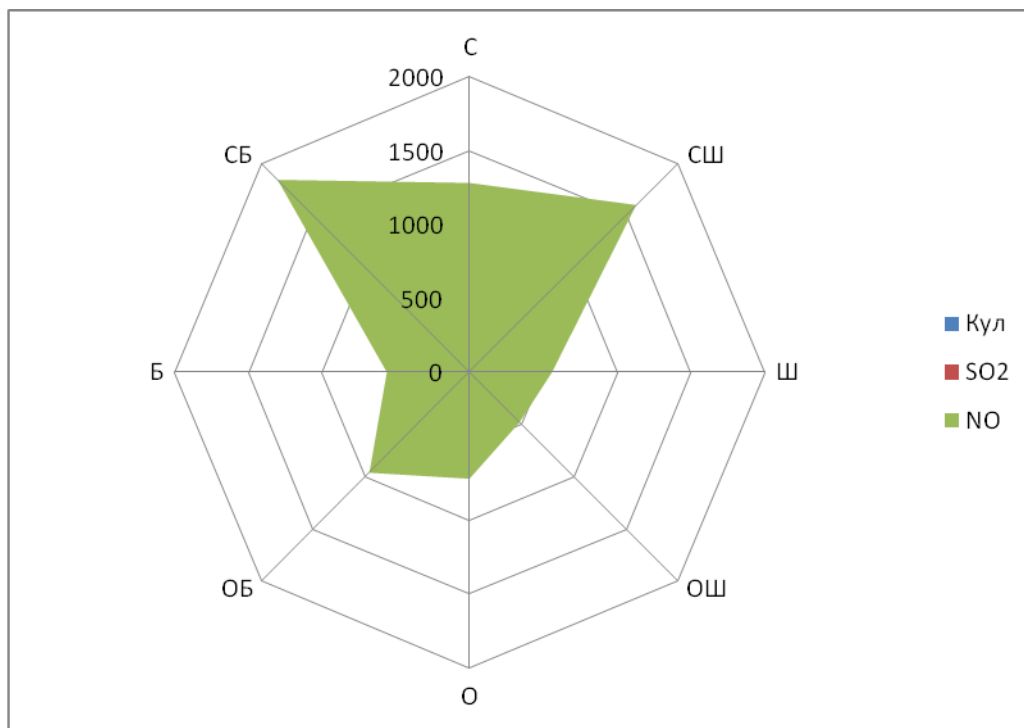
ОШ	260,176	426,99	1840
О	180,992	297,04	1280
ОБ	226,24	371,296	1600
Б	79,184	129,96	560
СБ	67,872	111,4	480



3.2 сурет – Станцияның санитарлы-қорғанис аймағының желдер розасы

3.5 к е с т е – Санитарлы-қорғанис зонасының мәліметтері

	Күл	SO ₂	NO
С	180,992	297,04	1280
СШ	226,24	371,296	1600
Ш	79,184	129,96	560
ОШ	67,872	111,4	480
О	101,808	167,08	720
ОБ	135,744	222,77	960
Б	79,135	116,03	560
СБ	260,176	426,99	1840



3.3 сурет – Станцияның санитарлы қорғаныс аймағының жоспары

3.3 Станцияның қазан цехындағы өрт қауіпсіздігі

3.3.1 Жалпы жағдай

1.1 Өрт қауіпсіздігінің шаралары туралы нұсқау нағыз өрт қауіпсіздігінің Техникалық регламентінің, ғимараттар мен құрылыстардың өртке қауіптілігіне негізделген нормативті және техникалық құжаттардың негізінде бекітілген.

1.2 Бұл келтірілген нұсқаудың басты мақсаты қазан цехының аймағындағы мүлік, құралдардың және жұмысшы персоналдың қауіпсіздігін қамтама-сыз ету.

1.3 ҚР-ның заңнамасына сәйкес қазан цехындағы өрт қауіпсіздігіне инженерлік-техникалық жұмысшылар (ИТЖ) жауапты.

1.4 Қазан цехының барлық жұмысшылары өрт қауіпсіздігінің нұсқауларымен таныс болуы керек, ал төтенше жағдайда адам өмірі мен мүлікті сақтап қаоу мақсатында өз қолынан келгенше өртке төтеп беруі тиіс.

1.5 Бұл ережелерді бұзған жағдайда жұмысшы ҚР-ның заңнамасына сәйкес жазаланады.

1.6 Нұсқауда келесі анықтамалар қолданылады:

- кәсіпорын қауіпсіздігі саласындағы жауапты орган – осы салада басқарма ісін атқарушы мемлекеттік орган;

- тоқтау – негізгі немесе қосымша құрал-жабдықты жоспарлы және жоспардан тыс істен шығару.

3.3.2 Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ұйымдастыру шаралары

Өр цехқа арналып, өрт қауіпсіздік – қорғауын сақтау үшін, ішкі тәртіп ережелері және нұсқаулар құрастырылады. Жылу тәсілдемелік жабдықтар орналасқан бөлменің өрт қауіпсіздігінің жалпы талаптары «Жылу қолдану қондырғыларын және жылу торабының тәсілдік пайдалану ережелерінде» жазылған. Жанғыш заттар сақтайтын немесе қолданылатын бөлмелер деп аталады. Жарылғыш қоспа тұратын немесе қалыптасуы мүмкін қондырғылар және бөлшелер жарылуқауіпі бар аймақ болып табылады. Жарылу қауіпі барларға жатқызылатын бөлмелерде, адам эвакуациясын қамтамасыз ететін есіктер әр қабатта екеуден болуы тиіс.

Цехтарда өрт келесі себептерден туындауы мүмкін:

- 1) жұмыс істеп тұрған машиналардың, құралдардың ұшқындануы және қызуынан, жүйедегі шамадан тыс тоқ немесе сымдардың қиылысу кезінде тоқтардың тұйықталу салдарынан;
- 2) құралдарды, қондырғыларды қосу немесе айыру кезіндегі дұрыс емес операциялар жасағанда;
- 3) ауамен араласқан сутегі қоспаларының, жанғыш газдардың, майлардың т.б. өздігінен тұтануы т.б.

Өрттен қорғану үшін төмендегідей шаралар қарастырылады:

- а) жанғыш заттардың түзілуінен қорғау;
- б) жанғыш заттардың түзілуінен және оларға тұтану көзін әкелуден қорғау;
- в) жанғыш заттардың температурасы мен қысымын тұтану бойынша рұқсат етілген мәнінен тұрақты ұстап тұру;
- г) жанғыш заттардың мөлшерін анықтау.

Қазан цехында өрттен қорғану жүйесі:

- а) мүмкіндігінше жанбайтын және қиын жанатын заттар мен материалдарды пайдалану;
- б) жанатын заттарды оқшаулау;
- в) өрт сигнализациясы және хабарлау құралын қолдану;
- г) әріптестік және жеке тұлғалық оттан қорғану құралын қолдану;
- д) өрт сөндіру құралдарын қолдану.

Өрт сөндіру құралдарының негізгілері:

- 1) суы бар, құм салынған ыдыстар және от сөндіргіш құралы;
- 2) брезент, асбест көрпе, тез тұтанатын сұйықтардың аз мөлшерін сөндіруге пайдаланылады;
- 3) құм аз мөлшердегі жанғыш сұйықтарды сөндіруге қолданылады;
- 4) химиялық көбік қатты және сұйық заттардың сөндіруге арналған.

Қолданылатын от сөндіргіш құралдардың түрлері:

- а) көмірқышқылды (КҚ-5) от сөндіргіш – мазут, тозаң және 1000В –қа дейінгі электр қондырғыларындағы өртті сөндіруге арналған;
- б) үйлестірілген көбікті от сөндіргіш (ҮК-5)- 1000В-қа дейінгі электр қондырғыларындағы және кез-келген өртті сөндіруге арналған;
- в) химиялық көбікті от сөндіргіш (ХК-10) – тез тұтанатын материалдарды сөндіруге арналған.

Цех өрт сөндіру крандарымен және қолмен сөндіруге арналған шлангалармен жабдықталған. Өртке қарсы тәртіп ережелерге, инструкцияларға, өндіріс жетекшілерінің бұйрықтарына сәйкес анықталады. Өндірістің өрт қауіпсіздігі жауапкершілігі өндіріс жетекшісіне, ал бөлімдердің жауапкершілігі цех бастығына жүктеледі. Қазан цехының өрт қауіпсіздігі жауапкершілігі цех бастығына, ал ауысымдарда ауысым бастығына жүктеледі. Өндірісте инженер-техникалық қызметкерлер, жұмысшылар қатыстырылуымен өз еркімен өрт сөндірушілер дружинасы құрылады. Олардың мақсаты өртке қарсы тәртіптің орындалуын және сақталуын бақылайды. Өрт қауіпсіздігі ережелерін сақтау және алғашқы сөндіру құралдарын пайдалану бойынша жұмыстар жүргізеді.

Өрт қауіпсіздігіне жауапты персоналға қойылатын талаптар

Өртке қарсы нұсқаулық – жұмысшыларға өрт қауіпсіздігі бойынша негізгі ережелерді таныстыру, өртке қауіпті құрал-жабдықтарды, олардың жұмыс процесін түсіндіріп, қорғаныс құралдарымен таныстыру.

Өртке қарсы кіріспе нұсқаулық:

- берілген мамандық бойынша барлық жаңадан жұмысқа қабылданған жұмыскерлерге оның жұмыс өтілі мен білім деңгейіне тәуелсіз;
- уақытша жұмыскерлерге;
- іссапарға келген жұмыскерлерге;
- өндірістік машықтануға немесе оқуға кезген студенттер мен оқушыларға жүргізіледі.

Нұсқаулықты еңбек қорғау бойынша инженер немесе станцияның бұйрығы бойынша осы қызмет жүктелген адам өткізеді.

Бұл нұсқаулықты өтпеген адам өзінің жұмыс міндеттеріне кірісе алмайды.

Біріншілік кіріспе нұсқаулық жүргізіледі:

- барлық жаңа жұмысшыларға;
- ұйымның басқа бөлімінен ауыстырылған жұмысшыларға;
- өздері үшін жаңа жұмыс атқарушы жұмысшыларға;
- іссапармен келгендерге;
- өндірістік машықтануға келген студенттерге немесе оқушыларға;
- цех аумағында құрылыстық-жөндеу жұмыстарын атқарушы құрылысшыларға;
- уақытша немесе келісімшартбойынша жұмыс істейтіндерге.

Нұсқаулықты цех аумағындағы өрт қауіпсіздігіне жауапты адам өткізеді.

Қайталама кіріспе нұсқаулық – дәрежесіне тәуелсіз станцияның немесе цехтың барлық жұмысшыларымен жарты жылда бір рет жүргізіледі, нәтижесінде барлық жұмысшылардың өрт қауіпсіздігі бойынша білімдері тексеріледі.

Жоспардан тыс кіріспе нұсқаулық – өрт қауіпсіздігінің нормативтік актілеріне соған байланысты нұсқаулыққа жаңа өзгерістер енгізілгенде немесе өндірістегі құралдарға, процестерге өзгерістер енгізілгенде, ережелер бұзылғанда, орындалмаған жағдайда жүргізілуі тиіс.

Бұл жоғарыдағы ережелері жұмыстың басында біріншілік тексереді, ал жалпылама жарты жыда бір рет тексеріледі.

Өміртіршілік қауіпсіздігі тарауына қорытынды

Қазіргі ғылым мен техниканың дамуына байланысты әдемдегі глобалды проблеманың бірі қоршаған ортаны қорғау болып табылады. Адам саны артуда, осыған байланысты өндірістер саны өсуде, ал қоршаған ортаға да келіп жатқан зиян өте көп. Бүгінгі күні ең басты мәселе атмосфералық ауа бассейнінің ластануы болып отыр. Статистикаға сүйенсек, жылуэнергетикасы – 27%; қара металлургия - 24,3%; түсті металлургия - 10,5%; мұнай-химия комбинаттары - 15,5%; автокөліктер - 13,3%; құрылыс кәсіпорындары - 8%; химия кәсіпорындары - 1,1%; басқа салалар - 0,3% атмосфераны ластайды.

Атмосфераны ластаушы ең кең тараған зиянды заттарға күкірт қышқылдары, азот қышқылдары, өндірістік шаңдар, яғни күл және т.б., жатады. Олар адамның жүйке, жүрек қан тамырлары жүйесіне әсерін

тигізеді, тұншықтырып, тыныс алу органдарын қоздырыды және наркотикалық әсер етуі де мүмкін.

3.3.4 Станцияның санитарлы-қорғаныс зонасы шекарасын анықтау

Бұл мен қарастырған станцияны елді мекенге орналастырмау керек немесе ЖЭС-да шығарындыларды азайту бойынша технологиялық шараларды күшейту керек, себебі зиянды заттардың жерлік максимальды концентрациясы ШРК-ның өзіне тиесілі көрсеткішінен асып кетті, ал қазіргі қолданыстағы нормалар бойынша концентрация мейілінше аз болуы керек, яғни СҚЗ сыртындағы заттардың концентрациясы ШРК-дан аспауы керек. СҚЗ ұзындығын белгілегенде желдің бағытын ескердім, яғни желдің соғуына қарай оның ұзындығы әртүрлі болып келеді.

Санитарлы қорғаныс зонасы - атмосфераны ластайтын кәсіпорындардан бөліп тұратын аймақ. Соңғы жылдары ауа бассейніне 4 млн.т артық зиянды заттар шығарылады. Қалалардағы атмосфералық ауа зиянды заттармен жоғары деңгейде қаныққан, концентрациялары нормадан 4-тен 46 ретке дейін артық.

СҚЗ-ға қойылатын талаптар:

- онда тұрғын үйлер, бала-бақшалар, оқу орындары болмауы керек;
- ол жерді көгалдандыру керек.

Бұл аймақтың территориясын көгалдандырудың себебі, өсімдіктер биосүзгіш рөлін атқарады. Сондықтан осы мәліметтер бойынша тұрғызылған СҚЗ аймағына сәйкес зонаны елді мекеннен бөліп тұратын ағаш егіліп, зиянды заттар қауіпсіздік деңгейге дейін таралатын және арнайы гигиеналық талаптар орындалуы керек.

3.3.5 Станцияның қазан цехындағы өрт қауіпсіздігі

ЖЭС –те өрт қауіпсіздігінің ержелері мен алдын алу шараларының орындалу деңгейі жоғары болуы керек, себебі мұнда өрттің туындау қаупі мен ауқымы кең. Сондықтан да СНИП бойынша бекітілген ержелерге сай жұмысшы персоналдың өрт қауіпсіздігі ержелерімен таныс болуы, оны жете білуі қажет деп ойлаймын. Егер ержелер орындалмай, немқұрайлық болған жағдайда өрт тұйындауы мүмкін, өрттен ең алдымен адам өміріне қаіп төнеді, станцияның жұмысы тоқталады, қаржылай шығынға ұшырайды, ал станция қамтамасыз етіп отырған елді-мекен немесе қала энергиясыз, жылусыз қалуы мүмкін.

4 Эконмикалық бөлім

4.1 Бизнес-жоспар. Текелі қаласының ЖЭО-ның дирмендерінің орнына ММТ дирменінің орнату

1. Түйіндеме

1.1. Бұл бизнес жоспар отын дайындау қондырғысын жаңарту. Жобада ШБМ-287/470 диірменінің орнына ММТ диірмен қондырғысын орнату ұсынылады.

1.2 Жобаны іске асыру үшін қажетті қаржыны компания Еуропалық банктен несиеге ала алады жаңғырту және дамуы 11,5 млн.\$ АҚШ 10 % жылдық.

2. Мақсаттары және тапсырмалары:

2.1 Бизнес–жоспар. Текелі қаласының ЖЭО-ның диірмендерінің орнына ММТ диірменінің орнату.

3. Көрсеткіштері бойынша

3.1 Балғалы диірменнің өндіруі сағатына $D=11.5$ т/сағ

3.2 Балғалы диірмен жоғары жылдамдықпен 600-1500 айн/мин жасайды

1. Өндірудің жоспары

1.1 Балғалы диірменді орнату орны отындайындау цехы

2. Қайнар көздер және талап етілетін құралдардың көлемі:

2.1 Жобаны іске асырудың жалпы құны 11.5 млн. теңге құрайды (76666.6 млн. АҚШ доллары 181 теңге/доллар курсы бойынша).

2.2 Іске асыруға қажетті қаржыны компания Еуропалық банктен несиеге ала алады жаңғырту және дамуы 11.5 млн.\$ АҚШ 15 % жылдық.

4.2 Қаржылық жоспар. Отын шығынының төмендеуі арқылы электро – энергия шығынының үнемдеуі

Жабдықты жаңарту жұмыстарында күрделі капиталды салымдарын қажет ететін шаралардың қазан қондырғысында өткізілуі экономика жағынан ақталуы тиіс. Бұл шаралар тек қана олардың барлық жағынан зерттеу жұмысының орындалуынан кейін істелінеді. Ал жаңартуға арналған зерттеулер қосымша капиталды салымдар арқылы жүзеге асырылады, қатымдылық мерзімінің көрсеткіші бойынша тексеріледі:

$$T_k = \frac{K}{C}, \text{ жыл}$$

мұндағы K – шаралар өткізуге арналған күрделі қосымша капиталды салым, теңге;

C – шаралар өткізудегі қолданудың жылдық үнемделуі, теңге.

Шыққан нәтиже қосымша салымдардың нормативті қайтымдылық мерзімімен салыстырылады T_n , жылуэнергетикада қазіргі кезде техника – экономикалық есебінде 1,16 жыл.

Осы жұмыста жаңарту бойынша үнемдеу нәтижесін қарастырайық. Жаңарту бойынша үнемдеу нәтижесі келесі себептер арқылы қалыптаса-

ды: сенімділіктің жоғарлауы, механикалық толық жанбауда жылудың төмендеуінен отын үнемдеуі.

Жанартуға кететін шығындар:

1. Жаңа жабдықтың құны (C_o) мен коммутациялық схемесі (C_{co})
 2. Құбырлы өнім (C_m) мен металл илеу бағасы
 3. Жаңа және ескірген жабдықтардың құрастырылуы (C_p)
- Жанартуға арналған жалпы күрделі салымдар:

$$\Delta K = 11,500 \text{ млн. теңге}$$

I механикалық толық жанбаудағы жылудың төмендеуінен отын үнемдеуі.

Жанарту алдындағы жылдық отын шығыны:

$$B = \frac{D_{\text{жыл}} * (i_{nn} - i_{ne})}{Q_p^m * \eta_{k/a}}, \text{ т/жыл.}$$

Мұндағы i_{nn}, i_{ne} - i-S диаграммасынан алынған 3738,31-949,04;

Q_p^m - отынның ең төмен жану жылуы, 16760 ккал

$\eta = 88\%$ жанарту алдында

$$D_{\text{жыл}} = D_{\text{орт}} * h_{\text{сағ}}^{\text{жыл}} = 380 * 5500 = 2090000 \text{ т/жыл.}$$

$$B = \frac{2090000 * (3438,31 - 949,04)}{16760 - 0,88} = 352745,6 \text{ т/жыл.}$$

Жанартудан кейін жылдық шығыны:

$$B^p = \frac{D_{\text{жыл}} * (i_{nn} - i_{ne})}{Q_p^m * \eta_{k/a}^p} = \frac{2090000 * (3438,31 - 949,04)}{16760 * 89,1} = 348390,73 \text{ т/жыл.}$$

мұндағы $\eta_{k/a}^p = \eta_{k/a} + \Delta g_4$;

$$\Delta B = B - B^p = 352745,6 - 348390,72 = 4354,88 \text{ т/сағ.}$$

Ақшалай өрнекте үнемдеу көмірдің бір тонна бағасы 4100 теңге

$$I_m = \Delta B * C = 4354,88 * 4100 = 17,15 \text{ млн. Теңге.}$$

1 Жалпы отын шығынының төмендеуі арқылы электро – энергия шығынының үнемдеуі.

Бір тонна отынды ұнтақтауға электр энергияның шығыны 94,3 кВт.

Электр энергияның тарифы 1,3 бір кВт үшін.

Электр энергияның жалпы үнемдеуі

$$\mathcal{E}_{\text{э}} = \Delta B * \tau * 1,3$$

$$\mathcal{E}_{\text{э}} = 4357,88 * 94,3 * 1,3 = 0,534 \text{ млн. теңге}$$

2 Бір тозақ жүйесінің қосалқы тоқтауында мазутты көмір тозаңымен орнын баса тұру шығынын үнемдеуі.

Тозаң жүйесін жанарту алдында отынның жалпы шығынында мазут бөлігі 5% болады. Ал жанартудан кейін мазут көмір тозаңымен орнын баса тұрады (шартты отында).

$$\Delta B_{\text{м}} = 5\% * B_{\tau} * h_{\text{м}} \frac{Q_{\text{нк}}^p}{Q_{\text{нм}}^p},$$

$$\Delta B_{\text{м}} = 0,05 * 73,5 * 5500 \frac{4000}{7000} = 11,5 \text{ тонна},$$

мұндағы $B_{\tau} = 73.5 \text{ т/сағ}$ - өнделмеген отынның сағатындағы шығын;

$h_{\text{м}} = 5000 \text{ сағ}$ – жылдық қолданылу сағаты;

$Q_{\text{нк}}^p = 4000 \text{ ккал/кг}$ - көмір құнарлылығы;

$Q_{\text{нм}}^p = 7000 \text{ ккал/кг}$ - мазуттың құнарлылығы.

Ақшалай үнемдеу отын шығынының айырымынан анықталады, ол қарастырылған ауданда 1 тонна шартты отында мазут үшін 22 000 теңге, ал Шұбаркөл көмірі үшін 4100 теңге.

Сондықтан шығын үнемдеуі

$$I_{\text{м}} = (3_{\text{м}} - 3_{\text{к}}) * B_{\text{м}} = (22000 - 4100) * 11,5 = 205850 \text{ теңге.}$$

Мұндағы 3 м – мазут шығындары, теңге;

3 к – көмір шығындары, теңге;

$B_{\text{м}}$ - отын саны, тонна;

$$I^{\text{жыл}} = I_0 + I_{\text{э}} + I_{\text{м}} = 9900000 \text{ теңге} = 9,9 \text{ млн. тг.}$$

Таза келтірілген құнды NPV анықтау әдісі

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

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0.$$

Мұндағы I_0 – бастапқы қаржылық салымдар.

Есептеу нәтижелерін 4.1 кестеге ұқсас енгізу керек. Есептеу мысалы: фирма жылына 15%-бен төрт жылға 11500000 сомда несие алды.

4.1 к е с т е - NPV есептеу

NPV					
Жыл	CF	R10	PV10	n	r
0	-11500	1	-11500	0	0,15
1	9900	0,869565	8608,696	1	0,15
2	9900	0,756144	7485,822	2	0,15
	8300		4594,518		

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

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

Егер NPV фирмаға қажет уақытты қанағаттандырса, онда жобаның нәтижесінде фирманың құны өседі, яғни жоба тиімді, оны қабылдау қажет.

Бұл әдістің кеңінен қолданылуы бастапқы шарттардың әртүрлі комбинацияларға барлық жағдайларда экономикалық ұтымды шешімдерді табуға мүмкіндік бере алатын тұрақтылығымен түсіндіріледі.

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

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

NPV=0 болған кездегі IRR – бұл жоба фирманың құнының өсуін қамтамасыз етпейді және оның төмендеуіне әкелмейді.

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

Есептеу нәтижелерін 4.2 кестеге ұқсас енгізу керек.

Есептеу мысалы: жылына 55 % -бен төрт жылға 11000000 сомада несие алады.

4.2 к е с т е - IRR есептеу

IRR есептеу					
Жыл	CF	R15	PV15	R20	PV20
0	-11500	1	-11500	1	-11500
1	9900	0,869565	8608,696	0,833333	8250
2	9900	0,756144	7485,822	0,694444	6875
	8300		4594,518		3625

IRR шамасы төмендегі кейіптемемен анықталады

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}} \cdot (r_2 - r_1) = 15 + \frac{4594,518}{4594,518 - 3625} \cdot 5 = 38,94\%$$

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

Инвестицияның өтелу мерзімін PP есептеу

Бұл әдіс бастапқы инвестициялардың сомасын өтеуге қажет уақытты анықтауға негізделген

$$PP = \frac{I_0}{CF_n} = \frac{11500000}{9900000} = 1.16 \text{ жыл}$$

Экономикалық бөлімге қорытынды

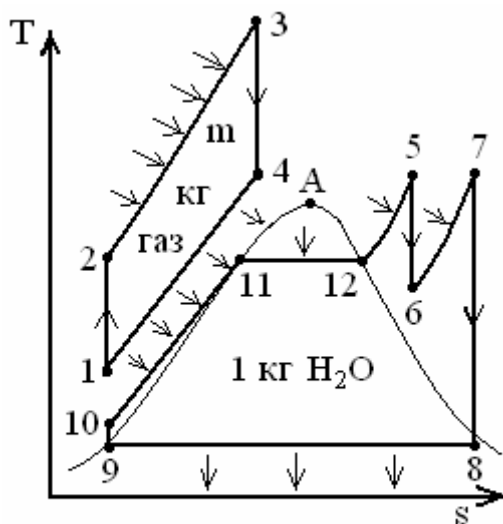
Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде отын дайындау қондырғысын жаңарту бойынша бизнес жоспар жасалды. Жобада ШБМ-287/470 диірменінің орнына ММТ диірмен қондырғысын орнату ұсынылады. Нәтижесінде стансаның отын шығындары азайды.

5 Арнайы сұрақ. Жылу электр станцияларының тиімділігі

5.1 Жылу электр станцияларының тиімділігін бағалау

Бұл бөлімде теориялық және нақты жағдайларда (яғни іс жүзінде) ең тиімді жылуқозғалымдық бугазды айналымға ерекше көңіл бөлеміз.

Жылуқайраттық қондырғылардың үнемиеттік және мекенқорғаулық басты тиімділігі жылуқозғалымдық айналымдарымен анықталады. Бұлардың да ең тиімділіктері – жаңғыртулы мен жылуландырулы және бугазды айналымдары. Өйткені жаңғыртулы айналымның термиялық пайдалы жұмыс еселеуіші (ПЖЕ-сі) Карно айналымының термиялық (ең үлкен) ПЖЕ-сіне тең. Оған қоса, жаңғыртулы мен жылуландырулы айналымдарының қоршаған ортаға тасталатын жылуы аз болатынынан оған сәйкесті жылуқайраттық қондырғылардың әсерлік ПЖЕсі (үнемиеттік және мекенқорғаулық тиімділігі) жоғары болады. Ал, бугазды айналымдарының



5.1 сурет - Бугазды мүлтіксіз айналымның сұлбесі

ПЖЕ-сі, бу айналымдарының төменгі ыстықтықты тиімділігіне газ айналымдарының жоғарғы ыстықтықты тиімділігі қосылып, қосайналымды (бинарно) әр қайсының ПЖЕ-лерінен 1,5 - 2 еседей артық болады (5.1 суретті қараңыз).

Бугазды қондырғылардың (БГҚ) әсерлік пайдалы жұмыс еселеуіші (ПЖЕ) Сименс (Германия) пен Джeneral electric (АҚШ) фирмаларында 60 пайызға зерттеулі жеткізілген. Мұндай зор табысқа ие болудың негізгі себебі - БГҚ-ның жоғарғы сатысындағы (газ шығырлы қондырғыдағы (ГШҚ)) жұмыс дененің (газдың) басты ыстықтығының 1500 °С-ге дейін көтерілуі. Мұндай жоғары үнемиеттік және мекен

қорғаулық жетістік ең төбелік емес. Өйткені аталған ГШҚ-лардың әлде де пайдаланбаған мүмкіндіктері баршылық.

Оған қоса, БГҚ-лардың қондырылған қуатының басты шығынының (капвложениенің) үлесі БГҚ-ның төменгі сатысы болатын – бу шығырлы қондырғыларының (БШҚ) меншікті қуатының басты шығынынан 20 пайыздан аса төмен. Тіпті БГҚ-ның қайтарымды мерзімі БШҚ-ның қайтарымды мерзімінен сол шамадай төмен.

Ал, БГҚ-ның басты түрін бірінші болып инженер П.Д. Кузминскийдің 1892 - 1900 жылдары жасап талаптанғанына бір ғасырдан асты. Сондықтан, БГҚ осы күнге дейін неге іске еркін пайдаланбай келеді деген сұрақ туады.

Тіпті бұл мәселенің зерттелуінде де кемсін жоқ деуге болады. Мысалы, А.И.Андрющенко мен В.Н.Лапшовтың 1965 жылы М.: Энергия баспасымен шыққан «Парогазовые установки электростанций» және А.А.Канаев пен М.И.Корнеевтің 1974 жылы Машиностроение баспасымен шыққан

«Парогазовые установки» кітаптарынан бұрынғы да, кейінгі де, зерттеулік мәліметтер де аз емес. Сол XX ғасырдың 60-шы жылдары Новосибирск қаласындағы КСРО-ның Ғылыми Академиясының Сібірлік Бөлімінде «Теориялық және қолданбалық механика зерттеу институты» ашылып, оған «Барнаулдың қазандық заводы (БКЗ)» бағындырылып, Түркменияда БГҚ-лық Алибайрам электр станциясы белгілі академик С.А.Христиановичтің жетекшілігімен салынатын болған. Бірақ, 3 - 4 жылдан кейін, 1964 жылдың қазан айында Одесса қаласында өткен Бүкіл одақтық ғылыми жиналысында аталған зерттеу тақырыбының тамыры қиылған еді. Оның себебі - БГҚ-ларды іске асырудың КСРО өндірісі мен инженерлік кадрлар деңгейінің сол кездегі жетіксіздігі еді.

Ал енді ше? Енді БГҚ-ның күні туғандай. БГҚ ғылыми мәселері жеткілікті игерілгендей және жылу электр станциялардың (ЖЭС) тозуы жетіп, енді олардың жалпы жаңаландыруы тек аса тиімді БГҚ-лармен ауыстырылуы ерекше орынды ғой. Дегенмен, кадр мәселесі әрдайым орын алады. Сондықтан қаралып отырған мәселе өте маңызды және орынды.

БГҚ тәсілдемелігі Қазақстанға да судай қажет. Бізге ішкі айналымды газдандырулық жоғары тегеурінді бу өндіргішті БГҚ-лар (ПГУ с ВВП - высоконапорными парогенераторами с внутрицикловой газификацией) әсіресе қолайлы. Өйткені Қазақстанның табиғи газ көздері шамалы және табиғи газ - химиялық өте маңызды және құнды тәсілдемелік шикі зат. Ал, газбен салыстырмалы өте арзан көмірді газдандырып пайдалану – үнемиеттік және мекен қорғаулық маңызды жоғары дәрежелі өндіріс. Қазақстанның табиғи көмір көздері де мол және байлық қоры 4-ші орын алатын Балхаш көлінің маңындағы, Ілі өзенінің астындағы, қоңыр көмірді жерасты газдандырып өндіру - тапқан амал болар еді және мың жарым шақырымнан тасылатын Екібастұз тас-құмды көмірінен Ілі көмірі Алматы өлкесіне аса тиімді болады. Осы себептен бұл бөлімнің басты тапсырмасы ретінде ішкі айналымды газдандырулық жоғары тегеурінді бу өндіргішті БГҚ-ның жылулық сұлбесі мен есебі де қарастырылады.

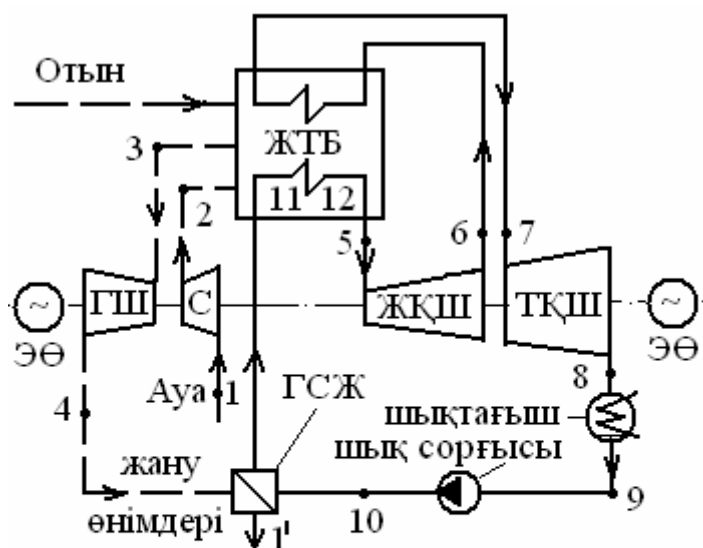
Әрбір инженерлік ұсыныс үнемиеттік (экономикалық) пен тәсілдік және мекенқорғаулық (экологиялық) салыстырмалы бағалануға тиіс. Сондықтан бұл бөлімде шықты электр станция (ШЭС) мен жылу электр орталығы - ЖЭО-ның үнемиеттік тиімділігі (отын шығысы мен ПЖЕ-сі және қуаттары) салыстырмалы есептеліп, студенттің болашақты бітіру жұмысы үлгіленеді.

Шынында, студенттің бітіру жұмысында тақырыпты берілген ғылыми-инженерлік негізгі (арнайы) тапсырмаға міндетті түрде қосылып, үнемиеттік және өмір тіршілігі қауіпсіздігі бөлімдерінде кәсіпорындардың экологиялық паспорты, Жылу электр орталығының (ЖЭО-ның) электрлік бөлігі, капиталды (басты) шығын және қысқа тұйықталу тоғының есептелуі секілді тапсырмалармен жалғасады.

5.1 Тапсырма. Жоғары тегеурінді буөндіргішті БГҚ-ның есебі

Жоғары тегеурінді буөндіргішті (ЖТБ – ВПГ – высоконапорный парогенератор) бугазды қондырғының (БГҚ - ПГУ – парогазовая установка) Ts – сызбағындағы айналымы мен жылулық сұлбесі 5.1 мен 5.2 суреттерде келтірілген.

Ауа $p_1 = 0,1$ МПа мен $t_1 = 20 + m - n$ °C 1 күйінен 2 күйіне дейін сығымдағышта (турбокомпрессорда) $p_2 = 0,8 + 0,1m - 0,01n$ МПа-ға дейін сығылып, бітеу (саңылаусыз) ЖТБ-ға беріліп, ЖТБ-да отын жағылады.



ГСЖ - газбен суды жылытқыш, ГШ - газ шығыры, С - сығымдағыш, ЭӨ - электр өндіргіші, ЖҚШ, ТҚШ - жоғарғы және төменгі қысымды бу шығырлары.

5.2 сурет - БГҚ-ның жылулық сұлбесі

Қысымы $p_5 = 13$ МПа мен ыстықтығы $t_5 = 565 + m - n$ °C аса қызған бу жоғары қысымды шығырда (ЖҚШ) жұмысын істегеннен кейін ЖТБ-ға қайта беріліп, қысымы $p_6 \approx p_7 = 3,0$ МПа-да ыстықтығы $t_7 = 565 + m - n$ °C-ге қайта көтеріліп, төменгі қысымды шығырға (ТҚЖ-ға) беріліп, шығырдан $p_8 = 3$ кПа-да шықтағышқа түседі.

Бугазды мүлтіксіз (яғни $\eta_c^{ic} = \eta_u^{ic} = 1$ -де; ескерту: студенттің өзіндік $\eta_c^{ic} = \eta_u^{ic} = 0,85$ ішкі ПЖЕ-дегі есептеуі ерекше бағалануы мүмкін) қос жылуқозғалымдық айналымының термиялық ПЖЕ-сі есептеліп, бұл айналымның ең үлкен мен ең кіші ыстықтықтарының аралығындағы Карно айналымының ПЖЕ-сімен салыстырылсын. Газдың физикалық қасиеттері ауадағыдай және $c_p =$ тұрақты болсын. Су сорғыларының жұмыстары ескерілместей аз болсын.

5.1 Тапсырма шешімінің негізгі мысалы ($m = n = 0$).

Ең алдымен газ айналымының 2 мен 4 нүктелерінің белгісіз ыстықтарын анықтаймыз

Отынның ЖТБ-дағы жану өнімдері суды қайнаттырып, оның қаныққан буын 11 мен 12 күйлерінен 5 күйіне дейін аса қыздырып, ыстықтығы $t_3 = 800 + m + n$ °C-ге дейін төмендеген соң, газ шығырына (ГШ-ға) беріледі.

Мұнда жану өнімдерінің жылуы (ағындық қайраты) ГШ-ның механикалық (айналу) қайратына өзгеріп, электрөндіргіште (ЭӨ) электр қайраты өндіріледі. Жану өнімдерінің қалған (ГШ-дан шыққан) жылуы газбен суды жылытқышта (ГСЖ-да) жаңғыртылып, $t_{1'} = 120 - m - n$ °C ыстықтығымен мұржаға беріледі.

$$T_2 = T_1 \beta^{\frac{k-1}{k}} = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 293 \cdot 8^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 531 \text{ К}, \quad (5.1)$$

$$T_4 = T_3 \frac{T_1}{T_2} = 1073 \frac{293}{531} = 592 \text{ К}. \quad (5.2)$$

ГСЖ–ының жылылық келесі теңестігінен

$$m(h_4 - h_1) = h_{11} - h_9 \quad (5.3)$$

1 кг суға келетін газдық қатынасын анықтаймыз

$$m = \frac{h_{11} - h_9}{h_4 - h_1} = \frac{h_{11} - h_9}{c_p (T_4 - T_1)} = \frac{1532 - 101}{1,005(592 - 393)} = 7,153. \quad (5.4)$$

Мұндағы h_{11} мен h_9 кДж/кг қажырлары кестеден $p_5 = 13$ МПа мен $p_9 = 3$ кПа-ларда табылған.

Қос айналымның теориялық ПЖЕ – сі

$$\eta_t = \frac{m((h_3 - h_4) - (h_2 - h_1)) + ((h_5 - h_6) + (h_7 - h_8))}{m(h_3 - h_2) + ((h_5 - h_1) + (h_7 - h_6))} = \quad (5.5)$$

$$= \frac{7,153(1,005(1073 - 592) - 1,005(531 - 293)) + (3506 - 3061) + (3604 - 2200)}{7,153 \cdot 1,005(1073 - 531) + (3506 - 1532) + (3604 - 3061)} = 0,561.$$

Мұндағы су мен су буынын h_5, h_7, h_{10} қажырлары кестелерден су мен су буынын берілген көрсеткіштері арқылы анықталған, ал h_6 мен h_8 тұрақты энтропиялық құбылыстардың есептері арқылы табылған. Газдың (ауаның) жылусыйымдылығы затшалы кинетикалық теория бойынша

$$c_p = \frac{8,314}{28,96} \frac{7}{2} = 1,005 \frac{\text{кДж}}{\text{кгК}}. \quad (5.6)$$

Карно айналымының ПЖЕ-сі

$$\eta_t^K = 1 - \frac{T_8}{T_3} = 1 - \frac{297}{1073} = 0,723. \quad (5.7)$$

Қос айналымның теориялық ПЖЕ–сі Карно айналымның теориялық ПЖЕ-сінің келесі үлесін құрады

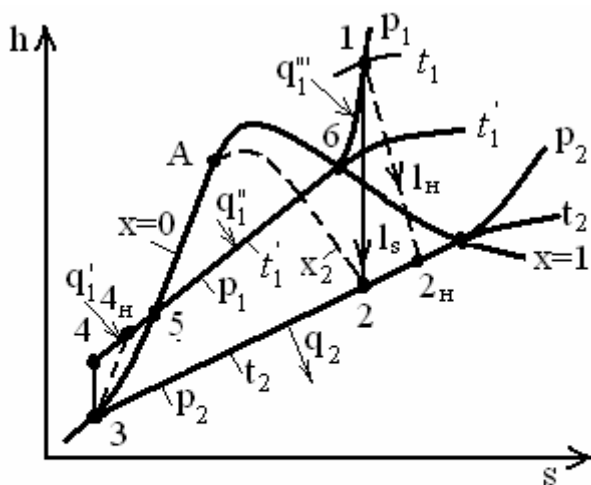
$$\frac{\eta_t}{\eta_t^K} = \frac{0,501}{0,723} = 0,78. \quad (5.8)$$

Бұл жақсы көрсеткіш.

5.2 Тапсырма. Шықты электр станцияның тиімділігі

Шығырға қысымы $p_1 = 16,6 + 0,1m + 0,05n$ МПа және ыстықтығы $t_1 = 550$ °С су буы беріліп, шығырдан кейін $p_2 = 4$ кПа қысымында толық шықтанады. Шығыр мен сорғының ішкі салыстырмалы пайдалы еселеуіштері $\eta_{ic}^m = 0,85$, $\eta_{ic}^c = 0,85$. Шығырдың механикалық және электр өндіргіштің ПЖЕ–лері $\eta_m = 0,97$, $\eta_e = 0,98$. Бу қазаны мен бу құбырларының ПЖЕ-лері $\eta_{бк} = 0,91$, $\eta_k = 0,99$. Шықты электр станцияда (ШЭС–та) жағылатын отынның

жылылығы $Q^*_{Т} = 30$ МДж/кг мен шығырға берілетін будың шығысы $D = 81,9$ кг/с (5.3 суретті қараңыз).



h - қажыр, кДж/кг, s - энтропия, кДж/(кгК), A - аумалық нүкте, p - қысым, кПа, x - құрғақтық дәреже.

5.3 сурет - Ренкин айналымы

Ренкин айналымының пайдалы жұмыс еселеуіштерін және ШЭС-тың отын шығысы мен қуатын және негізгі түзгілерінің жылылық ысыраптарының үлестерін анықтап, өзара салыстыру керек.

5.2 Тапсырма шешімінің негізгі мысалы ($m = n = 0$).

5.2.1 Ренкин айналымның ПЖЕ-лерін анықтау үшін h_s – сызбағы мен будың жылуқозғалымдық қасиеттерінің кестесі арқылы есептік нүктелердің қажетті мәндерін анықтаймыз. Олар $h_1 = 3438$, $h_2 = 1945$, $h_3 = 120$, $h_4 = 137$ кДж/кг, $t_2 = 28,6$, $t_4 = 29$ °С.

5.2.2 Сонда қайтымды Ренкин

айналымының теориялық ПЖЕ-сі

$$\eta_t = \frac{l_t}{q_1} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_4} = \frac{3438 - 1945}{3438 - 137} = \frac{1493}{3301} = 0,46. \quad (5.9)$$

Бұл қайтымды Карно айналымының келесі теориялық ПЖЕ-нен

$$\eta_k = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{28,6 + 273}{550 + 273} = 0,63. \quad (5.10)$$

Ренкин айналымының жетіксіздігі – ол 4 пен 1 нүктелер аралығындағы (5.3 суретті қараңыз) жұмыс дене орта ыстықтықтарының төмендігінде

$$\eta'_k = \eta_t^{pa} = 1 - \frac{\bar{T}_2}{\bar{T}_1} = 1 - \frac{28,6 + 273}{(29 + 550)/2 + 273} = 0,46. \quad (5.11)$$

5.2.3 Нақты айналымның пайдалы жұмыс еселеуіші мұнан да төмен. Оның себептерін қарайық.

Жоғары қуатты нақты шығырлардың ішкі салыстырмалы ПЖЕ-лерінің мәндері $\eta_{ic}^{III} = 0,85 \div 0,9$ аралығында болады.

Сығымдағыштың (сорғының) ішкі салыстырмалы ПЖЕ-лерінің мәндері де сол аралықта болады (5.3 суретті қараңыз)

$$\eta_{ic}^c = (h_4 - h_3)/(h_{4n} - h_3) = 0,85 \div 0,90. \quad (5.12)$$

Бұлардың кіші мәндеріндегі Ренкин айналымының ішкі салыстырмалы ПЖЕ-сін келесідей табамыз

$$\eta_{ic}^{pa} = \frac{l_n^a}{l_s^a} = \frac{(h_1 - h_2)\eta_{ic}^{III} - (h_4 - h_3)/\eta_{ic}^c}{(h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)} =$$

$$= \frac{(3438 - 1945) \cdot 0,85 - (137 - 120) / 0,85}{1493 - 17} = 0,846 \approx 0,85. \quad (5.13)$$

Сығымдағыштың ішкі салыстырмалы ПЖЕ-нің кіші мәнін алғанының өзінде $\eta_{ic}^{pa} = \eta_{ic}^{III}$ болып шықты. Сондықтан іс жүзінде η_{ic}^c көбінде ескерілмейді де η_{ic}^a -тің (5.13) орнына η_{ic}^{III} алына беріледі.

Сонымен, Ренкин айналымының ПЖЕ-і

$$\eta_i^{pa} = \eta_{ic}^{pa} \eta_i^{pa} = 0,85 \cdot 0,46 = 0,39, \quad (5.14)$$

яғни айналымға берілген жылулықтың 39 пайызы ғана пайдалы жұмысқа айналуы мүмкін болып отыр.

5.2.4 Осы кезгі қуатты шығырлар мен электр өндіргіштердің тетіктік ПЖЕ-лері $\eta_m = 0,97 \div 0,995$, $\eta_\theta = 0,97 \div 0,99$. Бұлардың мәндерін еске алсақ, айналымның электр өндіргішінің (шығыр қондырғыларының) ПЖЕ-сі

$$\eta_u = \eta_m \eta_i^a = 0,97 \cdot 0,39 = 0,38 \quad (5.15)$$

және шығыр - өндіргіш қондырғыларының электр әсерлік ПЖЕ-сі келесі

$$\eta_{\varepsilon a}^{u\theta} = \eta_\theta \eta_u = 0,98 \cdot 0,38 = 0,37. \quad (5.16)$$

5.2.5 Енді қазан қондырғысы (іс жүзінде $\eta_{\text{бк}} = 0,89 \div 0,93$) мен бу құбырларының ПЖЕ-лерін ескерсек, ШЭС-тің әсерлік ПЖЕ-сі

$$\eta_{\varepsilon a}^{u\theta c} = \eta_{\text{бк}} \eta_k \eta_{\varepsilon a}^{u\theta} = 0,91 \cdot 0,99 \cdot 0,37 = 0,33. \quad (5.17)$$

Сонымен Ренкин айналымды ШЭС-тың электр әсерлік ПЖЕ-сі 33 пайыз-ақ болды.

5.2.6 Шығырдың қуатын және отын шығысын (5.17) арқылы табамыз

$$\begin{aligned} N &= Q_0 \eta_{\varepsilon a}^{u\theta c} = B Q_m^{\text{жс}} \eta_{\varepsilon a}^{u\theta c} = \frac{Q_1}{\eta_q} \eta_{\varepsilon a}^{u\theta c} = Q_1 \eta_{\varepsilon a}^{u\theta} = q_1 D \eta_{\varepsilon a}^{u\theta} = \\ &= (h_1 - h_4) D \eta_{\varepsilon a}^{u\theta} = (3438 - 137) \cdot 81,9 \cdot 0,37 = 100 \text{ MBт}, \end{aligned} \quad (5.18)$$

$$B = \frac{N}{Q_m^{\text{жс}} \eta_{\varepsilon a}^{u\theta c}} = \frac{100}{30 \cdot 0,33} = 10,1 \frac{\text{кг}}{\text{с}}. \quad (5.19)$$

ШЭС-тің меншікті отын шығысы

$$\begin{aligned} b &= \frac{B}{N} = \frac{10,1}{100} = 0,101 \frac{\text{кг}}{\text{MBт} \cdot \text{с}} = \\ &= 0,101 \frac{3600(\text{с} / \text{саг}) \text{кг}}{\text{MBт} \cdot \text{с}} = 0,3636 \frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{саг}}. \end{aligned} \quad (5.20)$$

5.2.7 Жұмыс дененің шығысына келтірілген отынның меншікті жану $q_0 = Q/D$, кВт/(кг/с) = кДж/кг жылылығын 100 пайыз деп алып, бу қазанының, бу құбырларының, шығырдың механикалық пен электр өндіргіштің шығындарын және электр жүйесіне берілген жұмысты келесі пайызды үлестерімен сипаттаймыз

$$\left(\frac{\Delta q_{\text{бк}}}{q_0} + \frac{\Delta q_k}{q_0} + \frac{\Delta q_m}{q_0} + \frac{\Delta q_\theta}{q_0} + \frac{l_\varepsilon}{q_0} \right) \cdot 100 = 9 + 1 + 1 + 1 + 33 = 45 \%. \quad (5.21)$$

Ал, қалған 55 % - шығырдың шықтағышына берілген q_2^H -нің (яғни қоршаған ортаға тасталатын жылылықтың) үлесі болады

$$\eta_i^a = \frac{q_1 - q_2^H}{q_1}, \quad q_2^H = (1 - \eta_i^a)q_1,$$

$$\frac{q_2^H}{q_0} = (1 - \eta_i^a) \frac{q_1}{q_0} = (1 - \eta_i^a) \eta_{ок} \eta_k = (1 - 0,9) \cdot 0,91 \cdot 0,99 = 55 \%. \quad (5.22)$$

Ескерту. Студент мәселені шешуімен қатар оған қорытынды және (оның негізінде) ұсыныс жасауға үйренуі мен дағдылануы керек. Сондықтан әрбір орындалған тапсырмадан кейін студент өзінше қысқаша қорытынды жасап отыруға тиіс. Оған мысал.

Қорытынды. 1. Қаралған ШЭС-тың пайдалы 33 % электр қайратынан екі еседей (55 %) жылылық тек жұмыс денені шықтандыруға кетеді. Келесі көп шығын (9 %) бу қазанындағы отын жағылуымен байланысты. Ал, жылуалмасу құбылыстарының ысыраптарын ескерсек, қоршаған ортаға кететін барлық жылу ысырабы – түрленбеулік (анергия) 67 % (5.1 кестені қараңыз).

2. ПЖЕ-мен қатар ЖЭС-тің келесі маңызды көрсеткіші – меншікті отын шығысы 363,6 г/(кВт·сағ) (5.20) (қазіргі 320 г/(кВт·сағ)-тан артық, ал, Нүрек СуЭС-ін ескерсек, Қырғызстанда бұл көрсеткіш тіпті 208 г/(кВт·сағ)-ақ).

3. Шығырдың шығысындағы будың $p_2 = 4$ кПа-дағы $h_{2s} = 1945$ пен $h_{2н} = 2169$ кДж/кг қажырларына сәйкес құрғақтық дәрежелері $x_2 = 0,75$ пен $x_{2н} = 0,84$ болғаны шығыр жұмысына қауіпсіз $x = 0,87 \div 1$ -ден төмен.

Ұсыныс. 1. Шығыр жұмысын реттеу үшін шығыр алдындағы буды аралық аса қыздыру қажет.

2. ШЭС-тің үнемиеттік тиімділігін көтеру үшін, жергілікті (жылуландыру (теплофикация) мен химиялық су тазалау және тәсілдік сумен қамту, көкөніс өсіру (теплица) жүйелері ж.т.б.) мүмкіншіліктерді ескере, төменгі ыстықтықты қайраттық қылдық қорларын (ҚҚҚ) пайдалану керек. Тіпті болмаса, қаралған ШЭС-ті аса тиімді ЖЭО-ға не бугазды (қос айналымды) қондырғыға (БГҚ-ға) жобалау қажет.

5.1 к е с т е – 5.2 Тапсырманың негізгі қорытындылары

№	Аты	Таңбасы	Өлшем бірлігі	Мәні
1	ШЭС-тің электрлік әсерлі ПЖЕ-і	$\eta_{ээ}^{шэс}$	%	33
2	Шығырдың қуаты	N	МВт	100
3	ШЭС-тің меншікті отын шығысы	b_H	г/(кВт·сағат)	363,6
4	Шықтағыштың жылылық ысырабы	q_2/q_0	%	55
5	Шығырдың шығысындағы су буының құрғақтық дәрежесі	x_2	-	0,75
		$x_{2н}$	-	0,84
6	ШЭС-тің қайраттық жалпы ысырабы	$q_{ы}/q_0$	%	67

Қорытынды

Дипломдық жобада жылуэнергетиканың негізгі үнемиеттік пен мекен қорғаулық өзекті мәселері аталып, зиянды заттарын азайтудың аз зиянды ауқымды және аз шығынды тәсілдемеліктері (технологиялары) қаралды.

Мұның аз зиянды және аз шығынды тәсілдемелік негіздері әдебиеттік деректермен және есептік молырақ сипатталды.

Бұған тиісті өміртіршілік қауіпсіздігі мен эконмикалық және арнайы сұрақтар қаралды.

Дипломдық жобаның негізгі мақсаты – энергетикалық көмірді газдандырып жағу - КГЖ әдісі - мекен қорғаулық және үнемиеттік өте тиімді екенін көрсету болды.

Бұл - қатты отынды газдандырып жағу әдісі - жылу электр станциялар бугазды жаңа салынғанда аса тиімді екені арнайы сұрақпен көрсетілді.

Ал, егер ЖЭС шамалы (жергілікті) жаңартылса, КГЖ әдісі де шамалы пайдалынуы мүмкін екеніне бұл жұмыста көбірек көңіл бөлінді, өйткеніміз - бұл жолы – отынның сатылы жағылуы, тектесуі қалпына келтірулі, газы кері қайтарылуы секілді белгілі салыстырмалы арзан әдістерін іске асыру оңай.

Әдебиеттер тізімі

1. Крейнин Е.В., Михалина Е.С. Выбросы в атмосферу в электроэнергетике // экономика и промышленность России. 2002. №12. 2003. №2. (Нормы).

2. Крейнин Е.В. Уголь, как основное органическое топливо XXI века: экологически чистые угольные технологии // Уголь. 2003. №5.

3. Тиммс А., Хессельман. Снижение эмиссии NO_x на пылеугольных котлах // Труды III Международной научно-практической конференции и специализированной выставки «Экология в энергетике». – М.:2006. С. 196-203.

4. Котлер В.Р., Серков Д.Е. Снижение эмиссии NO_x на пылеугольных котлах с тангенциальными топками // Электрические станции. 2001. №4.

5. Енякин Ю.П., Котлер В.Р. Малотоксичные горелки как средство снижения выбросов оксидов азота на ТЭС РФ // Труды III Международной научно-практической конференции и специализированной выставки «Экология в энергетике». – М.:2006. С. 153-157.

6. Подавление эмиссии оксидов азота при ступенчатом сжигании высокорекреакционных углей / А.А.Штиль [и др.] // Теплоэнергетика. 2009. №1.

7. Баубеков К.Т. Исследование механизма образования оксидов азота в топках котлов при ступенчатом сжигании // Теплоэнергетика. 2008. №9.

8. Алехнович А.Н., Богомоллов В.В. Влияние схем сжигания и режимов на шлакование. Трехступенчатое сжигание // Электрические станции. 2002. №3.

9. Шульман В.Л., Паршуков В.С., Глазков В.К. Трехступенчатое сжигание твердого топлива – практический опыт модернизации котлов // электрические станции. 2003. №5.
10. Кормилицын В.К., Ежов В.С. Механизм процессов поглощения оксидов азота водой из дымовых газов // Энергосбережение и водоподготовка. 2008. №6.
11. Котлер В.Р. Технологии одновременного снижения выбросов NO_x и SO_x на пылеугольных ТЭС США // Теплоэнергетика. 2002. №1.
12. Очистка дымовых газов мусоросжигательных котлов от оксидов азота / О.Н. Кулиш [и др.] // промышленная энергетика. 2002. №10.
13. Росляков П.В. Проблемы измерений загрязняющих веществ на ТЭС и их мониторинг // Труды III Международной научно-практической конференции и специализированной выставки «Экология в энергетике». – М.:2006. С. 83-88.
14. ГОСТ Р 50831-95. Установки котельные. Тепломеханическое оборудование. Общие технические требования. М.: Изд-во стандартов, 1996.
15. Росляков П.В., Егорова Л.Е., Ионкин И.Л. Технологические мероприятия по снижению вредных выбросов ТЭС в атмосферу. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
16. Егорова Л.Е. Разработка методов расчета образования оксидов азота и меры в паровых и водогрейных котлах: Дис. ... канд. Техн. Наук. М., 1995.
17. Ионкин И.Л. Пути повышения эффективности двухступенчатого сжигания природного газа и мазута в паровых и водогрейных котлах: Дис. ... канд. Техн. Наук. М., 2002.
18. Росляков П.В., Закиров И.А. Нестехиометрическое сжигание природного газа и мазута на тепловых электростанциях. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
19. Росляков П.В., Ионкин И.Л., Плешанов К.А. Высокоэффективное сжигание топлива с контролируемым химическим недожогом // Теплоэнергетика. 2009. №1. С. 20-23.
20. Пугач Л.И. Энергетика и экология: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. С. 339-359.
21. Темірбаев Д.Ж. Отын үнемдеу және мекен қорғау жылу тәсілдері: Оқу құралы. - Алматы: АЭЖБИ, 1998. - 93 б.