

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

бойынша «БКЗ-75 қазан агрегатын NO түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау»

Атажиев Камрон Жахонгирұлы

6B07101 – «Энергетика»

Тақырып: «БКЗ-75 қазан агрегатын NO түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау»
тақырыбындағы дипломдық жобасына пікірі

Дипломдық жұмыс бойынша БКЗ-75 қазан агрегатын NO (азот оксидтері) түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау экологиялық талаптарға сай келетін маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Бұл жұмыс атмосфераға зиянды заттардың таралуын азайтуға және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге бағытталған.

Жұмыстың жақсы жақтары (артықшылықтары):

- NO түзілуін азайту арқылы ауаға зиянды шығарындылардың мөлшері төмендейді, бұл экологиялық жағдайды жақсартады;
- Қазан агрегатында NO түзілуін бәсеңдету үшін заманауи технологиялар мен әдістер қолданылған;
- Азот оксидтерін азайту жүйесі қазанның жалпы тиімділігіне теріс әсерін минималды түрде тигізеді;
- Қазанның жұмыс режиміне теріс ықпал етпей, сенімділігін сақтайды.

Қамтамасыз ету қажет жақтар (кемшіліктері):

Дипломдық жұмыста:

- NO түзілуін бәсеңдетуге арналған технологиялар күрделі және қондырғыларды дұрыс баптау мен қызмет көрсетуді талап етеді;
- Кейбір жағдайларда NO азайту технологиялары қазанның жұмыс параметрлеріне шектеу қоя алады;
- Жоба барысында техникалық қиындықтар туындауы мүмкін, әсіресе ескі қазан агрегаттарын жаңартуда.

Жұмысты орындау барысында қойылған мақсатты орындайтын, тиянақты, өздігімен жұмыс істейтін және де білімді студент ретінде көрсете алды.

Атажиев Камрон Жахонгирұлы өзінің игерген білімділігі және талаптылығымен дипломдық жұмысын өзі ұйымдастырып, іс жүзінде теориялық және қолданбалық маңызды жетістіктеріне ие болды. 6B07101 - «Энергетика» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавр дәрежесіне лайықты деп санаймын, ал дипломдық жұмысы өте жақсы 82% (B) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші:

қауымдастырылған профессор



Б.М. Бегентаев

«30» мамыр 2025 ж.

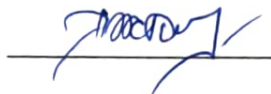
Дипломдық жұмысы жоғары деңгейде жазылған, басылудағы жіберілген шамалы қателіктер бағасын төмендетпейді деген сын пікір айтамын.

Жұмысты бағалау:

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылау негізінде Satbayev University –нің 6B07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша түлегі Атажиев Камрон Жахонгирұлы техника және технологиялар бакалавр дәрежесіне лайық, ал дипломдық жұмыс бойынша 80% (B) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші:

ЖЭО-3, департамент директоры



А.К. Жакыпбаев

«30» мамыр 2025 ж.

СЫН - ПІКІРІ

бойынша «БКЗ-75 қазан агрегатын NO түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау»

Атажиев Камрон Жахонгирұлы

6B07101 – «Энергетика»

Тақырып бойынша: «БКЗ-75 қазан агрегатын NO түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау»

Орындалды:

- а) Графикалық бөлім 17 парақтарда
б) түсіндірме жазба 75 беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

БКЗ-75 қазан агрегатын NO (азот оксидтері) түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау экологиялық талаптарға сай келетін және экологиялық қауіпсіздікті арттыруға бағытталған маңызды шара ретінде қарастырылады. Жоба жалпы тиімді болып көрінсе де, сырттан қарағанда бірнеше аспектілерге көңіл бөлу қажет.

Жұмыстың артықшылықтары:

- NO түзілуін азайту жобаның негізгі мақсаты болып, атмосфераға зиянды газдардың шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді;
- Азот оксидтерінің төмендеуі қала мен аймақтың экологиялық жағдайын жақсартуға ықпал етеді;
- Жұмыс БКЗ-75 қазан агрегаттарына үйлесімді етіп жасалған, бұл оны іс жүзінде қолдануға ыңғайлы етеді;
- Жұмыста қолданылатын технологиялар NO түзілуін тиімді бақылауға және бәсеңдетуге мүмкіндік береді.

Кемшіліктері мен жетілдіру бағыттары:

- О түзілуін бәсеңдету жүйесін енгізу бастапқы инвестицияларды арттырады, бұл жобаның экономикалық тиімділігін төмендетуі мүмкін;
- Қондырғыларды орнату және оларды тиімді басқару үшін жоғары білікті мамандар қажет, бұл кадрлық мәселелер туғызуы ықтимал;
- Кейбір жағдайларда NO түзілуін бәсеңдету жүйесі қазанның жұмыс режиміне кейбір шектеулер енгізуі мүмкін.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Атажиев Камрон Жахонгирұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: БКЗ-75 қазан агрегатын NO түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау

Научный руководитель: Булбул Онгар

Коэффициент Подобия 1: 4

Коэффициент Подобия 2: 0.6

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 44

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 5.06.2025.

проверяющий эксперт

Бегентаев Б.И.



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

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

Автор: Атажиев Камрон Жахонгирұлы

Тақырыбы: БКЗ-75 қазан агрегатын NO түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау

Жетекшісі: Булбул Оңгар

1-ұқсастық коэффициенті (30): 4

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.6

Дәйексөз (35): 0.5

Әріптерді ауыстыру: 44

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

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

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

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

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

Негіздеме:

Күні

Энергетика Кафедра меңгерушісі *Сарсебайв Е.А.*


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә. Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Атажиев Камрон Жахонгирұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «БКЗ-75 қазан агрегатын NO түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау»

6B07101-«Энергетика» мамандығы бойынша

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә. Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы



КОРГАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А. Сарсенбаев

« 5 » 06 2025 ж.

Дипломдық жұмысқа

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «БКЗ-75 қазан агрегатын NO түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау»

6B07101-«Энергетика» мамандығы бойынша

Орындаған

Пікірберуші

«ЖОЭ-3» департаменті директоры

А.К.Жақыпбаев

(қолы)

« 4 » 06 2025 ж.

Атажиев Камрон Жахонгирұлы

Ғылыми жетекші

Қауым. профессор

Б.М. Бегентаев

(қолы)

« 5 » 06 2025 ж.

Алматы 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

6B07101-«Энергетика» мамандығы

«БЕКІТЕМІН»

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

« 6 » 01 2025 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Студент Атажиев Камрон Жахонгирұлы

Тақырыбы: «БКЗ-75 қазан агрегатын НО түзілуін бәсеңдету арқылы жобалау»

Университеттің Ғылыми кеңесі бекіткен. №2 «18» қараша 2024 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «19» мамыр 2025 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер тізімі:

а) Текелі аймағын ЖЭО жылумен қамтамасыз ету;

б) БКЗ-75-39Ф қазанынан тасталынатын ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуын есептеу;

в) БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығындағы ПОЖПІ эскизді жобасын әзірлеу және геометриялық сипаттамасы мен шығын есептері;

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Гладков В.П., Куновский Г.П., Рейнина С.З., Методика расчета системы пылепитания с высокой концентрацией пыли под разрежением // Системы и оборудование пылепитания паровых котлов // Тр. ЦКТИ. 2013. 203. с. 21-28.

2 Опыт эксплуатации и исследование системы пылеподачи с высокой концентрацией пыли, при сжигании АШ /Л.А. Кесова, Л.Л. Красноштан, Г.А. Довготелес и др. // Теплоэнергетика. 2002. №3. с. 57-61.

3 Бабий В.И., Куваев И.Ф. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела. -М.: Энергоатомиздат, 1986. -208с.

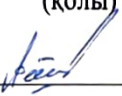
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Текелі аймағын ЖЭО жылумен қамтамасыз ету	10.02.2025 ж.	Жок
БКЗ-75-39Ф қазанынан тасталынатын ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуын есептеу	24.03.2025 ж.	Жок
БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығындағы ПОЖПІ эскизді жобасын әзірлеу және геометриялық сипаттамасы мен шығын есептері	14.04.2025 ж.	Жок

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлім атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Текелі аймағын ЖЭО жылумен қамтамасыз ету	Бегентаев Б.М. қауымдастырылған профессор	22.05.2025	
БКЗ-75-39Ф қазанынан тасталынатын ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуын есептеу	Бегентаев Б.М. қауымдастырылған профессор	22.05.2025	
БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығындағы ПОЖПІ эскизді жобасын әзірлеу және геометриялық сипаттамасы мен шығын есептері	Бегимтаев А.И. қауымдастырылған профессор	22.05.2025	
Норма бақылау	Ө. О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	02.06.2025	

Жоба жетекші  / Б.М.Бегентаев/
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  /К.Ж. Атажиев/
(қолы)

Күні « 22 » сәуір 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста бу эжекторының ЖШШ көмір көлігінің оттықты камера үшін эскизді жобасы әзірленді. Будың толыққанды шығынын және бастапқы қысымының 0,19% құрап, БКЗ-75-39Ф Текелі ЖЭО -2 қазандығының бу өнімділігін және жанармайдың шығынын анықтап қарастырылды. Бу эжекторының ерекшелігі ол оның жергілікті жағдайда орындауға мүмкіндік береді.

БКЗ-75 қазан агрегатында NO түзілуін бәсеңдетудің негізгі мақсаты -экологиялық талаптарға сәйкес келу, атмосфералық ластануды төмендету және халықтың денсаулығын қорғау болып табылады. Бұл мақсатқа жету үшін жану процесін оңтайландыру, отынның тиімді және экологиялық таза қолданылуын қамтамасыз ету, сондай-ақ қазандықтың жұмысын тиімді басқару өте маңызды екені қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе разработан эскизный проект камеры сгорания транспортера угля ТОО «Пароэжектор». Определены паропроизводительность и расход топлива котла БКЗ-75-39Ф Текели ТЭЦ-2 при полной потере пара и начальном давлении 0,19%. Особенность пароэжектора в том, что он позволяет выполнять его в местных условиях.

Основной целью замедления производства NO на установке БКЗ-75 «Октябрь» является соблюдение экологических требований, снижение загрязнения атмосферы и защита здоровья населения. Для достижения этой цели считалось, что очень важно оптимизировать процесс сгорания, обеспечить эффективное и экологичное использование топлива, а также эффективно управлять работой котла.

ANNOTATION

In this diploma work, a sketch design for the combustion chamber of the steam ejector LLP coal transporter was developed. The steam productivity and fuel consumption of BKZ-75-39F Tekeli CHP-2 boiler were determined, with full steam loss and initial pressure of 0.19%. The peculiarity of the steam ejector is that it allows to perform it in local conditions.

The main goal of slowing down NO production in the BKZ-75 October unit is to comply with environmental requirements, reduce air pollution and protect public health. To achieve this goal, it was considered that it is very important to optimize the combustion process, ensure efficient and environmentally friendly use of fuel, as well as effectively manage the operation of the boiler.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Жылу әдістемесіне теориялық мәліметтер	10
1.1	Текелі аймағын ЖЭО жылумен қамтамасыз ету	10
1.2	Барнауыл қазан зауыты БКЗ-75-39Ф қазандығы және негізгі көрсеткіштері	12
1.3	ЖЭС-та отын жанғанда пайда болатын қоршаған ортаны ласағыш шығарындылар	19
1.4	Аз шығынды технологиялық шараларды қолданыстағы қазандықтарды құрастырып атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту	21
1.5	Азшығынды тәсілдемелік (технологиялық) шаралар	22
1.6	Тектеспеулік және екі сатылы жағу шараларын бірлестіру	25
1.7	Көміртозанды қазандардағы азот тотығы пайда болуын азайту әдістері	27
2	Жылутәсілдік есептік бөлім	35
2.1	БКЗ-75-39Ф қазанынан тасталынатын ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуын есептеу	35
2.1.1	ЖЭС-тің қазандық қондырғыларынан шығарылатын қатты бөлшектердің мөлшерін есептеу	35
2.2.2	ЖЭС-тің қазандық қондырғысынан атмосфераға шығатын NO _x азот оксидінің мөлшерін есептеу	36
2.3	Шаң жүйесінің БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығының ЖШШ-нің эскизді жобасын әзірлеу және есептеу	39
2.4	ЖШШ қарсыласу жолын есептеу	47
3	ЖШШ (жаңа шаң жинағыш жүйесі) жүйесін есептеу және NO түзілудегі математикалық моделі	51
3.1	Эжекторды есептеу	52
3.2	ЖШШ буын тарту есебі	57
3.3	БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығындағы ПОЖПІ эскизді жобасын әзірлеу және геометриялық сипаттамасы мен шығын есептері	62
3.4	ГТ-6 және ПОЖПІ шиыршығы параметрлерінің мәндерін салыстыру және есептеу	63
3.5	ПОЖПІ ауасындағы екі тасқынды шиыршық параметрлерін есептеу	65
3.6	ГТ-6 және ПОЖПІ алау траекторияларын есептеу	67
	Қорытынды	72
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	75

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.

БКЗ-75 қазан агрегатында NO (азот оксидтері) түзілуін бәсеңдетудің негізгі мақсаты - экологиялық таза жұмыс жағдайларын қамтамасыз ету және атмосфераға шығатын зиянды қалдықтарды азайту. Азот оксидтері (NO және NO_2) - бұл ауаға шығатын маңызды ластаушы заттар, олар топыраққа және су ресурстарына зиянды әсер етіп, адам денсаулығына теріс ықпал етуі мүмкін.

Негізгі мақсаттары:

1) Атмосфералық ластануды азайту: NO және NO_2 - ауаға шығарылатын негізгі зиянды заттардың бірі болып табылады. Олардың түзілуі — өнеркәсіптік қазандықтар мен отын жағу процесінде жоғары температура жағдайында болатын химиялық реакциялар нәтижесі. Бұл газдар, әсіресе қала аумағында, атмосфералық ластануға себеп болып, ауаның сапасын нашарлатуға әкеледі. Азот оксидтерінің көп мөлшері қалалардағы ауадағы зиянды заттардың жалпы деңгейін арттырады.

2) Қоршаған ортаға зиянды әсерді азайту: NO түзілуінің көптігі, сонымен қатар, қоршаған ортаға экологиялық зиян келтіреді. NO , ауада оттегімен қосылып, NO_2 -ге айналып, соңында жердегі нөсер жаңбырлары мен топырақтың қышқылдануына себеп болады. Бұл құбылыс топырақтың сапасын төмендетіп, өсімдіктер мен су көздеріне де зиянды әсер етеді.

3) Сауалнама мен денсаулыққа әсерін төмендету: Азот оксидтері, әсіресе NO_2 , адамдардың тыныс алу жүйесіне зиянды әсер етеді. Олар тыныс алу жолдарын тітіркендіріп, астма мен басқа да өкпе ауруларының дамуына себеп болуы мүмкін. Әсіресе балалар мен қарт адамдар үшін бұл өте қауіпті. Сондықтан NO түзілуін бәсеңдету, халықтың денсаулығын қорғауға да бағытталған.

4) Экологиялық стандарттарға сәйкес келу: Көптеген елдерде, соның ішінде Қазақстанда, өнеркәсіптік кәсіпорындар мен қазандықтар үшін экологиялық нормалар мен стандарттар қойылған. Бұл стандарттар зиянды қалдықтардың (оның ішінде NO) шығарылуын шектеуге бағытталған. БКЗ-75 қазан агрегатында NO түзілуін азайту арқылы осы стандарттарға сай болу маңызды.

5) Жылу тиімділігін жоғарылату: NO түзілуін бәсеңдету үшін қазандықтың жұмысын оңтайландыру, жану процесін басқару және отынның

толық жануын қамтамасыз ету керек. Бұл тиімділікті арттыруға және отын шығынын азайтуға мүмкіндік береді, себебі дұрыс реттелген отын жағу процестері NO түзілудің минимизациясына ықпал етеді.

NO түзілуін бәсеңдетудің әдістері:

1) Жану температурасының төмендеуі: NO түзілуінің негізгі факторы - жоғары температура. Егер отынның толық жануына қажетті температураны төмендетсе, онда NO түзілуі азаяды. Бұл үшін отын мен ауа қоспасының теңгерімді араласуы қажет.

2) Сұйық отынды қолдану: Сұйық отын қолдану барысында жану температурасы тұрақты болады және NO түзілуі төмен болады. Сұйық отынның толық жағылуы ауа қоспасының тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

3) Жанармайдың сапасын жақсарту: Жанармайдың құрамындағы күкірт пен азоттың мөлшерін азайту — NO түзілуін төмендету үшін маңызды фактор. Мұндай шаралар отынның экологиялық таза болуын қамтамасыз етеді.

4) CO төмендету жүйелері: Селективті катализаторлар немесе басқа да технологиялар NO-ны қалпына келтіру немесе төмендету үшін қолданылуы мүмкін.

5) Жану процессін реттеу: Отынның, ауа мен оттегінің қатынастарын бақылап, жану процесін оптимизациялау арқылы NO түзілуін басқаруға болады. Азот оксидтерінің түзілуді азайту үшін ауа ағынын нақты реттеу немесе қосымша оттегі қолдану мүмкін.

БКЗ-75 қазан агрегатында NO түзілуін бәсеңдетудің негізгі мақсаты - экологиялық талаптарға сәйкес келу, атмосфералық ластануды төмендету және халықтың денсаулығын қорғау болып табылады. Бұл мақсатқа жету үшін жану процесін оңтайландыру, отынның тиімді және экологиялық таза қолданылуын қамтамасыз ету, сондай-ақ қазандықтың жұмысын тиімді басқару өте маңызды.

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 қайтарылу-лы 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.

1 Жылу әдістемесіне теориялық мәліметтер

1.1 Текелі аймағын ЖЭО жылумен қамтамасыз ету

Текелі ЖЭО (Жылу электр орталығы) - Алматы облысындағы Текелі қаласының энергетикалық инфрақұрылымын қамтамасыз ететін негізгі кәсіпорын болып табылады. Бұл ЖЭО өнеркәсіптік аймақты жылумен қамтамасыз ету міндетін атқарады. Текелі ЖЭО өнеркәсіптік аймақты жылумен қамтамасыз ету процесі бірнеше аспектілерді қамтиды, оның ішінде жылу өндіру, тарату және пайдалануды басқару мәселелері бар.

Жылу өндіру. Текелі ЖЭО-ның негізгі міндеті - өнеркәсіптік аймақты жылумен қамтамасыз ету. ЖЭО-да жылу энергиясын өндіру үшін әртүрлі технологиялар мен отын түрлері қолданылады:

Көмір мен табиғи газ - ЖЭО-ның негізгі отын түрлері. Олар көмірқышқыл газын, азот оксидтерін және басқа да зиянды заттарды шығаруы мүмкін, бірақ жоғары температурада тиімді энергия өндіріледі.

Термодинамикалық жүйелер: Қазандықтар мен турбиналар жылу энергиясын электр энергиясына айналдыру үшін термодинамикалық айналымды қолданады. Бұл процестер отынның жануынан бөлінетін жылуды электр қуатына немесе тікелей жылуға айналдырады.

Жылу тарату жүйесі. Жылу өндіру процесінен кейін оны өнеркәсіптік аймаққа жеткізу үшін тарату жүйесі қолданылады:

Жылу магистралдары. Текелі ЖЭО-дан өнеркәсіптік аймаққа жылуды тасымалдау үшін жылу магистралдары арқылы жоғары температурадағы су немесе бу жеткізіледі (1.1 – сурет).



1.1–сурет- Текелі жылу электр орталығы

Орталықтан жылыту. Өнеркәсіптік аймақтардағы көптеген өндірістік ғимараттар мен жұмыс орындары орталықтандырылған жылумен қамтамасыз етіледі. Бұл жүйе арнайы құбырлар арқылы жылуды бір орталықтан барлық ғимараттарға таратады.

Энергетикалық тиімділік және экономия. Жылумен қамтамасыз ету де энергия тиімділігін жоғарылату маңызды:

Тиімді қазандықтар мен турбиналар. Жылу мен электр энергиясын өндіретін қазандықтар мен турбиналардың тиімділігін арттыру үшін заманауи технологияларды қолдану қажет. Бұл отын шығынын азайтуға және экологиялық көрсеткіштерді жақсартуға мүмкіндік береді.

Қалпына келтірілетін энергия көздері. ЖЭО-да қалпына келтірілетін энергия көздерін (мысалы, күн панельдері немесе жел электр станциялары) қосу арқылы жылуды және электр энергиясын тиімді пайдалануға болады.

Экологиялық аспектілер. ЖЭО-да жылу өндіру кезінде экологиялық әсерді басқару да маңызды. Текелі ЖЭО-ның экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін келесі шаралар қолданылуы мүмкін:

Қалдықтарды тазарту жүйелері. Газдарды тазарту және сүзгілерді қолдану арқылы шығарындыларды азайту. Бұл NO_x , CO_2 және басқа да зиянды газдардың атмосфераға шығуын шектейді.

Энергия тиімділігін арттыру. Отынның толық жануы мен энергияның тиімді пайдаланылуын қамтамасыз ету экологиялық жүктемені азайтуға көмектеседі.

Өнеркәсіптік аймақтың жылумен қамтамасыз ету жүйесін басқару. Жылу жүйесін тиімді басқару үшін заманауи бақылау және автоматтандыру жүйелері қажет:

Автоматтандырылған басқару жүйелері (АБЖ). Жылу өндірісі мен тарату жүйелерінің жұмысы АБЖ арқылы бақыланады. Бұл жүйелер температураны, қысымды және басқа да маңызды параметрлерді автоматты түрде реттейді [1].

Жалпы энергияны басқару. Өнеркәсіптік аймақтағы энергия тұтынуды реттеу үшін жалпы басқару жүйелері қажет. Бұл жүйелер жылуды тек қажетті мөлшерде және үнемді түрде қолдануды қамтамасыз етеді.

Күрделі мәселелер мен болашақ жоспарлар. Жаңғырту және модернизация. Текелі ЖЭО-ның жылу беру жүйесін жаңарту және модернизациялау - оның тиімділігін арттыру, қоршаған ортаға зиянды әсерді азайту және энергия тұтынуды оптимизациялау үшін маңызды.

Қалдықтарды қайта өңдеу. Өнеркәсіптік аймақтағы қалдықтарды қайта өңдеу жүйелерін дамыту, мысалы, жылуды қайтару немесе қалдықтарды экологиялық таза тәсілдермен өңдеу арқылы экологиялық таза өндірісті қамтамасыз ету.

Жаңа технологиялар енгізу: Қазіргі заманғы энергетикалық технологияларды енгізу арқылы ЖЭО жұмысын жетілдіру, мысалы, газтурбиналық технологиялар немесе когенерациялық станцияларды қолдану.

Текелі ЖЭО өнеркәсіптік аймақты жылумен қамтамасыз ету процесі бірқатар маңызды міндеттерді шешуді талап етеді: отын шығынын тиімді

басқару, экологиялық талаптарға сәйкес болу және энергия тиімділігін арттыру. Бұл мақсаттарға жету үшін жылу өндіру, тарату жүйелерін жаңарту және автоматтандыру, сондай-ақ экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету қажет.

1.2 Барнауыл қазан зауыты БКЗ-75-39Ф қазандығы және негізгі көрсеткіштері

Талдықорған өңірінің энерго жүйесінде жұмыс жасап келе жатқан Текелі ЖЭО өнеркәсіптік аймақты жылумен және тұрғын үй коммуналдық секторының негізгі қамтамасыз етушісі ретінде қарастырылып отыр. Жылу мен ыстық суды берудегі нұсқаушылық қауаттылығы – 45,23 Гкал/сағ құрайды.

ЖЭО келесідей негізгі қондырғылардан тұрады, атап айтар болсақ:

- Бу шығырлары: Брянск паровоз жөндеу зауаты, ст №1-Т-12-35;
ст №2 К-12-35;

- Энергетикалық қазандықтар: Барнауыл қазан зауыты БКЗ-75-39Ф

Барнауыл қазан зауытының БКЗ-75-39Ф қазандығы - бұл орташа қуатты қазандық, ол негізінен жылыту және энергия өндіру мақсатында қолданылады. Бұл қазандықтар индустриялық қазандық қондырғылары ретінде көп кездеседі және энергетикалық жүйелерде қолданылады. БКЗ-75-39Ф қазандығының негізгі көрсеткіштері мен ерекшеліктері туралы ақпарат төменде келтірілген:

1) БКЗ-75-39Ф қазандығының сипаттамалары:

- Қуат (жылу өндіру): 75 МВт. Бұл қуат қазандықтың өндірістік қажеттіліктерді қамтамасыз ету үшін жеткілікті. Қазандық негізінен жоғары температура мен қысымда жұмыс істейді, бұл оның жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді.

- Қазандықтың түрі: Су-температуралық қазандық, яғни қазандықта тұтатылады су буы немесе ыстық су жылу тарататын сұйықтық ретінде қолданылады.

- Отын түрі: Әдетте БКЗ-75-39Ф қазандығы көмірмен жұмыс істейді, бірақ табиғи газды немесе басқа отын түрлерін де пайдалануға болады. Отынның жануы кезінде жылу өндіріледі, ол әрі қарай буға айналады.

- Жанудың тиімділігі: Бұл қазандықтың жоғары тиімділікпен жұмыс істеуін қамтамасыз ететін бірнеше маңызды технологиялық ерекшеліктері бар, мысалы, толық жану процесін қолдайтын жүйелер.

- Жылу шығыны: Қазандықтан алынатын жылу энергиясы оның тиімділігіне байланысты өзгеріп отырады. Орташа алғанда, оның жылу шығару көрсеткіші жоғары болады.

- Қысым: Қазандықта жұмыс істейтін қысым шамамен 39 атмосфера (немесе 3,9 МПа), бұл оның бу генерациясы үшін қажетті жоғары қысымды сипаттайды.

2) Негізгі көрсеткіштер:

- Қазандықтың бу шығару қуаты: Қазандықтың бу шығару қуаты шамамен 75 т/сағ немесе 75 МВт, бұл оның бірегей қуаттылығы мен өнеркәсіптік объектілерді жылумен қамтамасыз ету мүмкіндігін көрсетеді.

- Бу температурасы: Бу температурасы шамамен 540°C құрайды, бұл жоғары температура жағдайында жоғары тиімділікті қамтамасыз етеді.

- Жанармай шығыны: Жанармайдың шығыны қазандықтың жұмыс жағдайларына және отынның түріне байланысты әртүрлі болуы мүмкін. Әдетте, 1 МВт қуат алу үшін қажетті көмір шығыны қазандықтың жылу өндіру коэффициентіне байланысты есептеледі.

3) Қазандықтың артықшылықтары мен мүмкіндіктері:

- Жоғары тиімділік: БКЗ-75-39Ф қазандығы жылу энергиясын өндіруде тиімді жұмыс істейді, бұл көмірдің толық жануын қамтамасыз ете отырып, энергия шығынын азайтады.

- Экологиялық қауіпсіздік: Қазандықта зиянды заттардың шығарылуы төмен деңгейде болады. Ол экологиялық стандарттарға сәйкес жұмыс істейді.

- Автоматтандырылған басқару жүйесі: Қазандықта автоматты басқару жүйесі орнатылған, бұл оның жұмысын бақылауға және реттеуге мүмкіндік береді. Осылайша, қазандықтың жұмыс процесі оңтайландырылған және оның тиімділігі артады.

- Техникалық қызмет көрсету: БКЗ-75-39Ф қазандығы қарапайым қызмет көрсету мен жөндеуді талап етеді. Бұл оның ұзақ мерзімді жұмысын қамтамасыз етеді.

4) Қазандықтың қолданылуы:

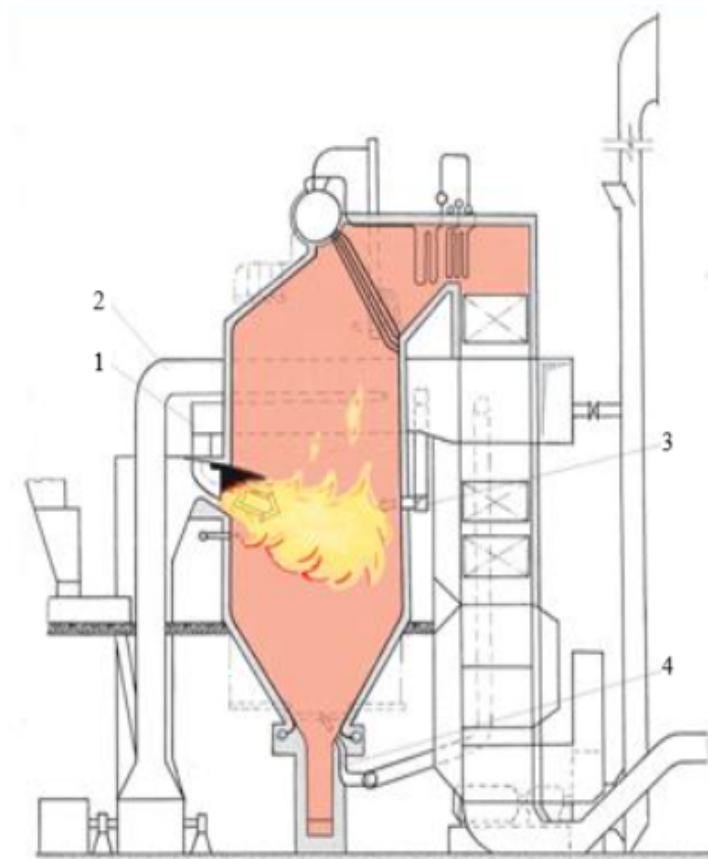
Бұл қазандықтар энергия өндіру және өнеркәсіптік жылумен қамтамасыз ету үшін кеңінен қолданылады. Олар энергетикалық жүйелерде, жылу мен электр энергиясын өндіруде және өндірістік аймақтарда жылумен қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

БКЗ-75-39Ф қазандығы - бұл тиімділігі жоғары, ұзақ мерзімді жұмыс істейтін және экологиялық талаптарға сай келетін өнеркәсіптік қазандық. Ол орташа қуатты қазандық болып табылады және өндірістік қажеттіліктерді, соның ішінде бу мен жылуды қамтамасыз етуді толықтай орындауға қабілетті (1.2 – сурет).

БКЗ-75-39Ф қазан агрегатының үш мөлшері жанармайдың кең гаммалық шаңында жұмыс жасауға арналған: құрғақ тас көмір мен антрацитты штыбан фрозорлық торфқа дейінгі.

БКЗ-75-39Ф қазан агрегаты - бұл қуатты, өнеркәсіптік қазандық, негізінен жоғары температура мен қысымда жұмыс істейтін және энергия өндіру мақсатында қолданылатын қазандық. Осы қазан агрегатының негізгі көрсеткіштеріне тоқталатын болсақ, олар негізінен жылу өндіру, отын шығыны, жұмыс қысымы мен температурасына қатысты маңызды мәліметтерді қамтиды.

БКЗ-75-39Ф қазан агрегатының негізгі көрсеткіштері:



1 – бастапқы ауа өткізгіштер, 2 – қосалқы ауа өткізгіштер, 3 – үшінші реттік ауа (артқы жарылыс), 4 – төменгі жарылыс.

1.2 – сурет. БКЗ-75-39 ФБ қазандық алауының дұрыс орналасуы

Қуаттылық (жылу шығару қуаты). Қазан агрегатының жылу шығару қуаты 75 МВт (мегаватт). Бұл көрсеткіш қазандықтың өнеркәсіптік объектілерді және жылумен қамтамасыз ету жүйелерін қуаттау үшін жеткілікті энергия өндіре алатындығын көрсетеді.

Бу шығару қуаты. Бу шығару қуаты 75 т/сағ (тонна сағатына). Бұл көрсеткіш қазандықтың сағатына қанша тонна бу өндіретінін білдіреді.

Жанармай түрі. БКЗ-75-39Ф қазан агрегаты негізінен көмірмен жұмыс істейді, бірақ кейбір жағдайларда табиғи газды немесе басқа отын түрлерін қолдануға да болады.

Жанудың жоғары температурасы. Бу температурасы 540°C (Цельсий). Бұл қазандықтың жоғары температурада жұмыс істейтіндігін және тиімді жылу алуды қамтамасыз ететінін білдіреді.

39 атмосфера (3,9 МПа) жұмыс қысымы. Қазандық жоғары қысыммен жұмыс істейді, бұл оның тиімділігін және энергия өндіру мүмкіндігін арттырады.

Отын шығыны. Отынның нақты шығыны қазандықтың жұмыс жағдайларына, әсіресе өндірілетін жылу көлеміне және қолданылатын отынның

түріне байланысты өзгеріп отырады. Бірақ қазандықтың жылу шығару қуаты мен тиімділігін ескере отырып, отын шығыны салыстырмалы түрде экономикалық болады.

Жылу алу коэффициенті. Қазандықтың жылу алу коэффициенті жоғары, бұл оның толық жану процесін қамтамасыз етіп, тиімді жұмыс істеуін білдіреді. Бұл отын шығынын оңтайландырып, энергияның жоғалуын азайтады.

Жанармайдың толық жануы. Қазан агрегаты жоғары тиімділікпен жұмыс істейді, өйткені оның конструкциясы отынның толық жануын қамтамасыз етеді. Бұл экологиялық әсерлерді төмендетіп, энергия шығынын азайтуға көмектеседі.

Техникалық қызмет көрсету. БКЗ-75-39Ф қазан агрегаты техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді қажет етеді, бірақ оның конструкциясы мен автоматтандырылған жүйелері мұндай жұмыстарды жеңілдетеді.

Қазан агрегатының артықшылықтары:

- Жоғары тиімділік: Қазандықтың жоғары тиімділігі отын шығынын азайтады және жылу энергиясын тиімді пайдалану мүмкіндігін береді.

- Экологиялық қауіпсіздік: Қазан агрегатының экологиялық көрсеткіштері қатаң стандарттарға сәйкес келеді, бұл зиянды қалдықтардың шығарылуын азайтуға мүмкіндік береді.

- Ұзақ мерзімді жұмыс: Қазандықтың құрылымы мен техникалық сипаттамалары оны ұзақ мерзім бойы тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

БКЗ-75-39Ф қазан агрегаты өнеркәсіптік қазандықтардың маңызды үлгісі болып табылады, ол жоғары жылу өндіру қуатымен және тиімділігімен ерекшеленеді. Ол негізгі көрсеткіштер бойынша жоғары қысым, температура және жылу шығару қуатына ие, бұл оны әртүрлі өндірістік және энергетикалық мақсаттарда қолдануға мүмкіндік береді.

Қазан агрегаттары блокты конструкциядан тұрады, бір дағыралы жай циркуляциядан. Қазандықтар мен қосымша қондырғалар туралы мәліметтер 1.1 - кестесінде келтірілген.

1.1– кесте. БКЗ-75-39Ф қазан агрегаттарының негізгі көрсеткіштері мен оның қосымша қондырғылары

Атаулары	Мәндері
Бу өндірулігі	15 т/сағ
Қызған бу қысымы -Қазан дағырасында -бу ысырмасының соңында	44кГс/см ² 39кГс/см ²
Қызған бу ыстықтығы	445 ⁰ С
Оттықтардың орналасуы	Бір қатарға фронтальды
Оттық турлері	ОРГРЭС
Қызған бу ыстықтығын реттеу тәсілдері	Беттік бу салқындатулар
Номиналды өндірулік кезіндегі көмір шығыны	13 т/сағ
Қорек су ыстықтығы	156 ⁰ С

1.1– кесте жалғасы

Атаулары	Мәндері
Беттік жылыту	
-Экрандық (радиалды)	300м ²
-Буды аса қыздыру	620м ²
-Ауа ысыту	4200м ²
Көлемі:	
-сулы	30,1м ³
-булы	12,95м ³
-оттық	454м ³
ПӘК	83%
Дербес-жартылай ашық тұрған өнеркәсіптік бункермен шың жүйесі, өндірулігі	100м ³
ШБМ-250/300 домалақ диірмен, өндірулігі	25 т/сағ
Диірмен вентиляторы ВМ-50/1600, өндірулігі	50000м ³ /сағ
Кептіру агенті	Ошақ газдары
Д-18х2 түтін тарқы, өндірулігі	154000м ³ /сағ
Үрлеу вентиляторы ВД-18, өндірулігі	85000м ³ /сағ

БКЗ-75-39Ф қазан агрегатының турбоагрегаттарының техникалық сипаттамалары қазандықтың жалпы тиімділігіне және бу энергиясын электр энергиясына айналдыруға қатысты маңызды ақпарат береді. Бұл турбоагрегаттар қазандықта өндірілген жылуды электр қуатына айналдыру үшін қолданылады.

Турбоагрегаттар қазан агрегатымен тығыз байланыста жұмыс істейді, өйткені қазандықтың буын генерациялау жүйесі турбиналық жүйеге бу жеткізеді. БКЗ-75-39Ф қазан агрегатының турбоагрегаттарының техникалық сипаттамаларын келесі түрде көрсетуге болады:

БКЗ-75-39Ф қазанының турбоагрегаттарының техникалық сипаттамалары:

1) Турбинаның түрі. Әдетте, БКЗ-75-39Ф қазан агрегатымен бірге конденсациялық турбоагрегаттар пайдаланылады. Бұл турбиналар бу энергиясын электр энергиясына айналдырып, өндірілген электр қуатын негізгі немесе қосалқы тұтынушыларға береді.

2) Қуаттылығы. Турбоагрегаттың қуаты қазан агрегатының қуатына сәйкес келетін, орташа есеппен 50-75 МВт болады. Бұл қуат бу генерациясынан кейін алынатын энергияның түрлендірілуі үшін жеткілікті.

3) Жоғары қысымдағы бу параметрлері:

- Жоғары қысымдағы бу қазандықта өндірілетін бу 3,9 МПа (39 атмосфера) қысымда болады, бұл жоғары қуатты турбоагрегаттар үшін өте қолайлы жұмыс жағдайы.

- Температура: БУ турбоагрегаттарына берілетін бу температурасы 540°С (Цельсий), бұл жоғары температура турбиналарға әсер етеді, ал бу жүйесінің тиімділігін арттырады.

4) Бастапқы бу мөлшері. Турбинаны іске қосу үшін берілетін бастапқы бу мөлшері қазандықтың қуаты мен өндірілетін жылуға байланысты 75 т/сағ немесе одан көп болады.

5) Конденсаторының жүйесі. Турбоагрегаттарда конденсациялық жүйе орнатылған, ол конденсацияланған буды суға қайта айналдырып, бу циклінің қайта іске қосылуына мүмкіндік береді. Бұл жүйе энергия тиімділігін жоғарылатуға ықпал етеді.

6) Энергетикалық тиімділік. Турбоагрегаттардың жалпы энергетикалық тиімділігі жоғары, және олар сұйық күйдегі су мен бу арасындағы фазалық өзгеріс процесін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

7) Көлденең орналасу (гибридті жүйе). Әдетте, БКЗ-75-39Ф қазан агрегаттарының турбоагрегаттары көлденең орналастырылған және арнайы құрылғылар арқылы бу мен электр энергиясын бөледі.

8) Қалдық газдардың өңделуі. Қазандықтардан шыққан қалдық газдар турбоагрегаттарға әсер етпей, арнайы сүзгілер мен газды тазарту жүйелері арқылы атмосфераға шығарылмай, қайта өңделеді. Бұл қоршаған ортаны қорғау мақсатында маңызды.

9) Өнімділік коэффициенті. БКЗ-75-39Ф қазан агрегаттарының турбоагрегаттары жоғары өнімділік коэффициентіне ие, себебі олар бу энергиясын тиімді түрде электр энергиясына айналдырады, бұл электр қуатын өндіруде тиімділікті арттырады.

10) Пайдалану мерзімі. Турбоагрегаттар әдетте ұзақ қызмет көрсету мерзіміне ие, бірақ оларға уақытылы техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын жүргізу қажет.

БКЗ-75-39Ф қазан агрегаттарының турбоагрегаттары жоғары қуаттылыққа ие және қазандықтағы бу энергиясын электр қуатына тиімді түрде айналдыруды қамтамасыз етеді. Бұл турбоагрегаттар жоғары температура мен қысымда жұмыс істейді, сондай-ақ энергияның тиімді пайдалануын қамтамасыз етеді.

Турбоагрегаттардың техникалық сипаттамалары келесі 1.2 - кестеде келтірілген:

1.2-кесте-Турбоагрегаттардың техникалық сипаттамалары

Шығырлардың көрсеткіштері	T-12-35	K-12-35
Номиналды қуаттылығы, МВт	12	12
Айналымдар саны, ай/мин	3000	3000
Салқын будың номиналды көрсеткіштері		
- қысымы Р, атм	35	35
-ыстықтығы	435	435
Цилиндрлер саны	1	1
Сатылар саны (екі жылдамдықты реттейтін біріншісі)	16	18
Бу алымдарының саны	3	3
А) 1-ші қорек суды ысыту үшін	6-шы сатысынан кейін (реттелмейтін)	8-ші сатыдан соң (реттелмейтін)
Номиналды жүктемедегі көрсеткіштер:		
Қысым, атм	1,15	1,0
Ыстықтық	291	261
Бу шығыны	1,55/10,0	5,4
Б) 2-ші іріктеу	12-ші сатыдан кейін бойлерлі қондырғыларға және деаэраторларға бу беру үшін (реттелетін)	13-ші сатыдан кейін деаэраторларға буды беру (реттелмейтін)
Номиналды жүктемедегі көрсеткіштер:		
Қысым, атм	0,1/2,5	2,4
Ыстықтық	Р=12 атм маңында 156	160
Бу шығыны	Жылуды іріктеудегі номиналды қуаттылық Р=12/2,5 атм, маңында 65 Жылуды іріктеудегі номиналды қуат Р=0,1 атм, маңында 50	Деаэраторларға 2,5

1.2 – кестенің жалғасы

Шығырлардың көрсеткіштері	Т-12-35	К-12-35
В) ТҚҚ-да ысытудың 3-ші алымы	14-шы сатыдан кейін (реттелмейтін)	16-шы сатыдан кейін (реттелмейтін)
Номиналды жүктемедегі көрсеткіштер: Қысым, атм	0,278	0,52
Ыстықтық, °С	67	82,5
Бу шығыны, т/сағ	0,2	2,4
Шықтағыш үшін суытылған судың шығыны т/сағ	2800	2800
Шықтағышқа енгізудегі суытылған судың есептік ыстықтығы	20	20
Номиналды қуаттағы салқын будың шығыны т/сағ	Жылулық алымда номиналды көлемінде 81,5; Шықтағыш тәртіпте 56,5	54,6
Максималды қажетті жүктеме, МВт	14,4	13,2
Будың максималды шығыны, т/сағ	ЖҚЦ -90 арқылы 14,4 ЖҚЦ-50 , 45	P=13,2 МВт –та 63
Салқын будың минималды шығыны, т/сағ	45	45

1.3 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 қаланың 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.

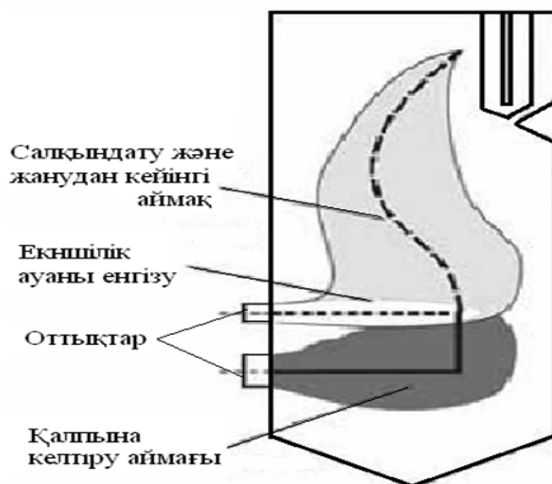
1.4 Аз шығынды технологиялық шараларды қолданыстағы қазандықтарды құрастырып атмосфераға зиянды шығарындыларды азайту

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 өндірулігі 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.

1.5 Аз шығынды 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.



1.3 – сурет- Екі сатылы жағу схемасы

Қарапайымдатылған екісатылы жағу, отын бойынша оттық бөлшектер-ін өшіргенде олар арқылы ауа беруді жалғастыру арқылы жүзеге асырылады (1.3 - сурет).

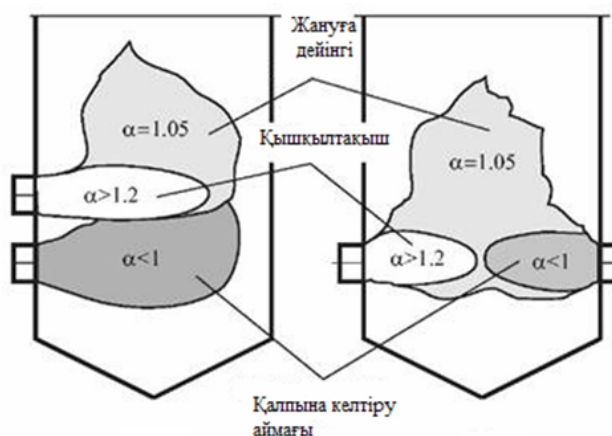
NO_x -тің пайда болуын бәсеңдетудің тиімділігі бұл жағдайда жану кұтысындағы қышқылттағыш (окислитель-ный) мен қалпына келтіру (восстановительный) көлемдері-нің мүмкіншіліктерімен анық-талады [4]. Бұл әдістің сәтті орындалуы үшін келесі шарт-тар орындалуы керек:

- оттық саны көп болуы керек немесе олар көп қабатты орна-ласуы 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 (1.4 - суретті қараңыз) ошақ құтысының (камера) көлемі бойынша жанудың қалпына келтіру ($\alpha_v < 1,0$) және тотығу ($\alpha_{ок} > 1,20 \dots 1,25$) аймақтарының (1.5 - сурет) құрылуының нәтижесінде, ошақтың шығысындағы дәстүрлі ауа шығыны сақталғанда (1.5 - сурет) жүзеге асады.



1.4 – сурет- Тектеспеулік жану схемасы



1.5 – сурет- Азот қышқылының ауаның артық коэффициентіне тәуелділігі

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 NO_x -ті бәсеңдету тиімділігінің төмендеуі болып табылады. Ереже бойынша бұл оттықтардағы отын-ауа-ның 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 (1.5 - сурет). Әдетте, ауа шығынын $\alpha_{\text{раб}} = \alpha_{\text{кр}} + 0,02 \dots 0,04$ 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 [5]. 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 автоматтан-дырылған 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 аз зиянды технологияларды біріктіріп қолданғанда жоғарлатуға болады.

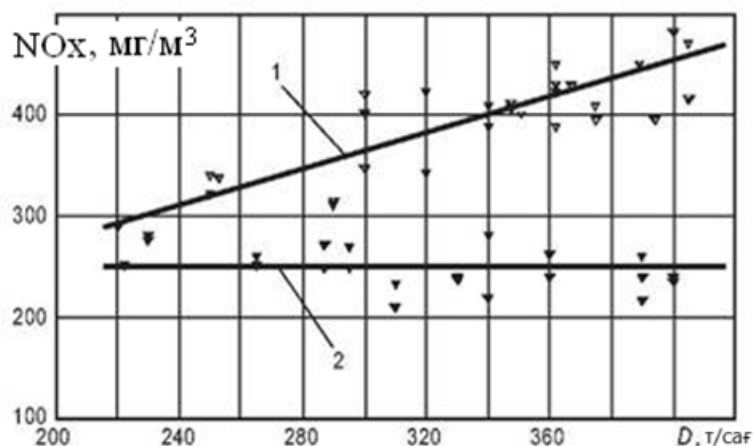
1.6 Тектеспеулік және екі сатылы жағу шараларын бірлестіру

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 құйынды оттықтармен жабдықталған (1.4 сурет). 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 шығыныны 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.

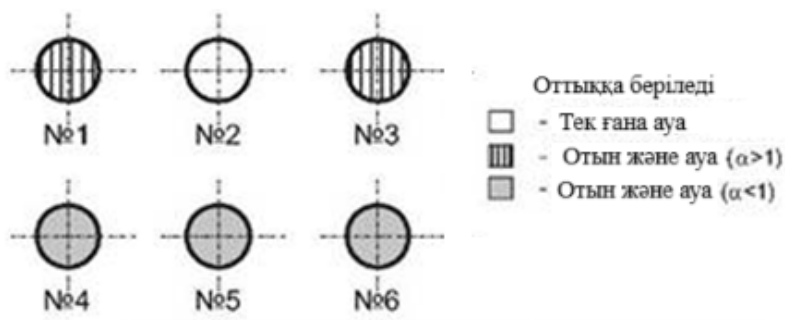
$D = 82,5$ т/сағ максималды жүктемеде шығарындылар 140...160 мг/м³-ті құрады. Химиялық кемжануды қадағалайтын жанудың біріктірілген шараларын ұйымдастыру оларды 120 мг/м³-қа дейін төмендетуге мүмкіндік берді. Бұл жағдайда түтін-сорғыдан кейінгі CO шоғыр-лығы да 100 мг/м³-тан аспа-ды (1.6 - сурет).



1.6 – сурет- Мазуттың ТГМ-84Б қазанында 1-дәстүрлі және 2- тектесусіз жануындағы NO_x шығысының жүктемеден тәуелділігі

Табиғи газды қиысты-рып жағу ТПЕ-430 қазанында іске асырылды, ол 8 тура ағынды 8 оттықпен, бір қа-батқа қарсы құрастырылған. Қазанның 350+500 т/сағ ара-лықтарындағы 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 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. 1.4 - суреттегідей бұндай шара кезінде азот оксидтерінің бәсеңдеуі қарқынды жүргізілген.



1.7 – сурет- БКЗ-75-39ГМ қазанында қиыстырулы жану схемасы

1.7 Көміртозанды қазандардағы азот тотығы пайда болуын азайту әдістері

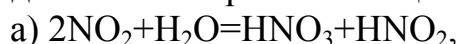
Атмосфердағы зиянды шығарындылардың негізгі көздері (1, 2):

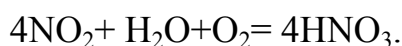
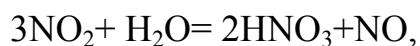
- 1) ЖЭС және қазандықтар;
- 2) Өндірістік кәсіпорындар – химия өнеркәсібі, полимерлік материалдар мен өнімдер өндірісі, металлургия, жиһаз өнеркәсібі және т.б.
- 3) Дизельді қондырғылар (дизельдік электрстансалары мен генераторлар, кемелер мен тепловоздардың дизельдері, ауыр тау техникасы).
- 4) Автокөліктердің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

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

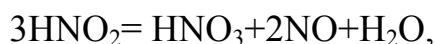
- азот оксиді (NO азот тотығы, NO_2 азот диоксиді, N_2O азот шала тотығы);
- CO_2 көміртегі диоксиді мен CO көміртегі тотығы;
- күкірт диоксиді (SO_2);
- көмірсутектер (C_xH_y) кездеседі.

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

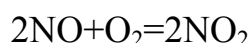




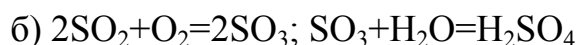
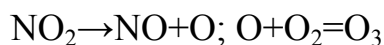
Әлсіз азот қышқылы NO монооксидінің бөлінуімен ыдырайды және HNO₃ –ке айналады:



ал азот монооксиді NO₂-ге дейін қышқылдатылады:

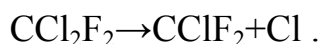


Түзілген азот диксиді жарықтың (иондық сәулелену) әсерімен азот монооксиді мен O₂ ауамен әрекеттесіп озон түзетін, атомдық оттегіге бөлінеді:



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



Минус 60 °C–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 әдістері-не байланысты.

Азот оксидтерінің шығарындыларының көп бөлігін NO ахот монооксиді құрайды; ал аз бөлігін азот диоксиді NO_2 мен азот шала тотығы N_2O 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 NO_2)-ке айналатын, HCN , NH_3 , 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].

1.3- кесте- 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

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 катализтік және катализтік емес қалпына келтіру [3].

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/м³-қа сәйкес келеді. Жүктеме 0,8 номинальдіге дейін төмендегенде, NO_x конценрасиясы 680мг/м³-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/м³ – ді (0,193 г/МДж) құрады.

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/м³ 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 регистрлі 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 шығарындылы 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 $700\text{--}250\text{--}300 \text{ мг/м}^3$ -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 катализтік қалпына келтірумен қиыстырғанда – 100 мг/м^3 -ке дейінгі мәнін қамтамасыз етеді.

Ауаны сатылап енгізу [7] 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 437 мг/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.

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.

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 темпераура 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 диірмен-мен 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 530-680 мг/м³-ті құрады.

4 диірменді тәртіпке ауысқанда NO_x концентрациясының мөлшері 480-450 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 $\alpha \approx 0,9-1,0$ болғанда қалпына 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 450-460 мг/м^3 -ке дейін төмендеген, әкетінді құрамындағы жанғыш заттар мөлшері екі сатылы жағу тәртібіндегі белгіленген деңгейге дейін төмендеген.

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 абсорбцияланғанда сұйылтылған азот қышқылының түзілуі жүреді. Түтін газдарын тазарту кезінде NO_x сумен абсорбцияланған-дағы химиялық құбылыстардың болмысы, азотты сумен жұту үрдісінің негізгі көрсеткіші озонның қатысуы, сондай-ақ ыстықтығы (тиімді мәні 30-40 °C) екенін көрсетті.

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

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

ТП-87 қазандарына байланысты техникалық құжаттарының негізінде, үлестіргіш құралдарды орналастыруға тиімді аймақ ретінде 26 м мен 34 м биіктіктегі қазанның шеткі қабырғалары (шымылдықты 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 суықш жүйеге берілуі тиіс.

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

Қазіргі кезде қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) заласыздандыру-дың 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.

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 «термия-лық» 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 катализтік қалпына келтіру әдісі қоқыс жағуқұралдарында тәжірибеде қолданылмайды.

Берілген түтін газдарын тазарту жүйесі түтін газдарындағы NO үлесін 30-70 мг/м³ 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 қазанынан тасталынатын ластаушы заттардың атмосфераға шығарылуын есептеу

2.1.1 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) $M_{\text{ТВ}}$ келесі екі формуламен анықталады:

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

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

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

A^r – отынның жұмыстық массадағы күлділігі, %;

$a_{\text{ун}}$ – қазанның шығар газдарымен әкетілетін күл үлесі;

η_3 – күл ұстағыштарда ұсталатын күл үлесі;

$\Gamma_{\text{ун}}$ – 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)

$$M_3 = 0.01 B a_{\text{ун}} R^r (1 - \eta_3) = 0.01 * 7.8 * 0.95 * 0.096 * (1 - 0.985) = 0.0001 \text{ т/сағ}$$

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

ЖЭС (жылу электр станциясы) қазандық қондырғысынан атмосфераға шығатын NO_x (азот оксиді) мөлшері әртүрлі факторларға байланысты, соның ішінде отынның түрі, қазандықтың жұмыс жағдайлары, ауа температурасын және жану үрдісін басқару әдістері.

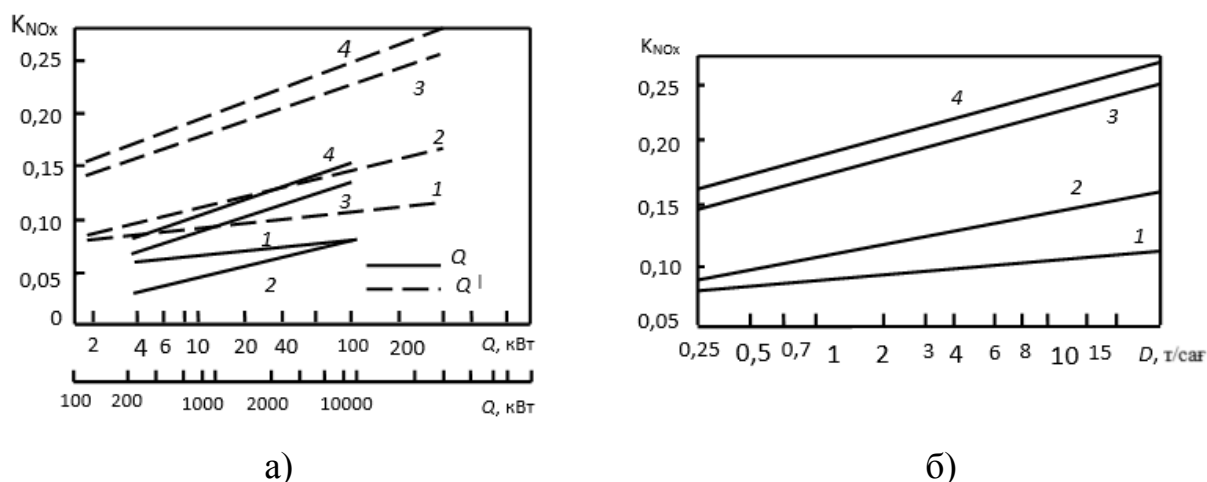
ЖЭС қазандықтарынан шығатын NO_x мөлшері экологиялық талаптарға сай болуы үшін, көптеген елдерде атмосфераға шығарылатын NO_x көлемі нормативтермен реттеледі. Бұл мөлшер көбінесе $\text{г/кВт}\cdot\text{сағ}$ (грамм киловатт-сағатқа) немесе мг/м^3 (миллиграмм текше метрге) түрінде өлшенеді.

Қазақстанда және басқа елдерде бұл көрсеткіштер көбінесе келесі факторлармен анықталады:

- 1) Отынның түрі – табиғи газ, көмір, мазут сияқты отындардың әрқайсысының азот оксидтерін шығаруы әртүрлі.
- 2) Жану үрдісінің тиімділігі – жоғары температурада жану мен азоттың жоғары деңгейде тотықтырылған өнімдерін шығару ықтималдығы.
- 3) Қондырғыдағы тазарту технологиялары – NO_x мөлшерін төмендетуге арналған құрылғылар (мысалы, селективті катализаторлар немесе арнайы ауа қоспаларын қолдану).
- 4) Техникалық қызмет көрсету және реттеу – ЖЭС-тің жұмыс істеу режимі мен техникалық күйі.

Мысалы, Қазақстанда ЖЭС-тің шығаратын NO_x мөлшері нормативтермен $100\text{--}200 \text{ мг/м}^3$ арасында болуы мүмкін, бірақ бұл көрсеткіш нақты станцияның жұмыс жағдайына байланысты өзгереді.

Аталған мөлшерді нақты станцияға қатысты анықтау үшін, экологиялық бақылау және мониторинг жүйелерінің деректері қажет.



2.1-сурет - Қазанның K_{NO_2} -ің жылулық қуатқа (а) және буөнімділігіне тәуел-ділігі (б): 1 – табиғи газ; мазут; 2 – антрацит; 3 – қоңыр көмір; 4 – тас көмір

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

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

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 оттық-тарға 1,0; тура ағынды оттықтарға 0,85;

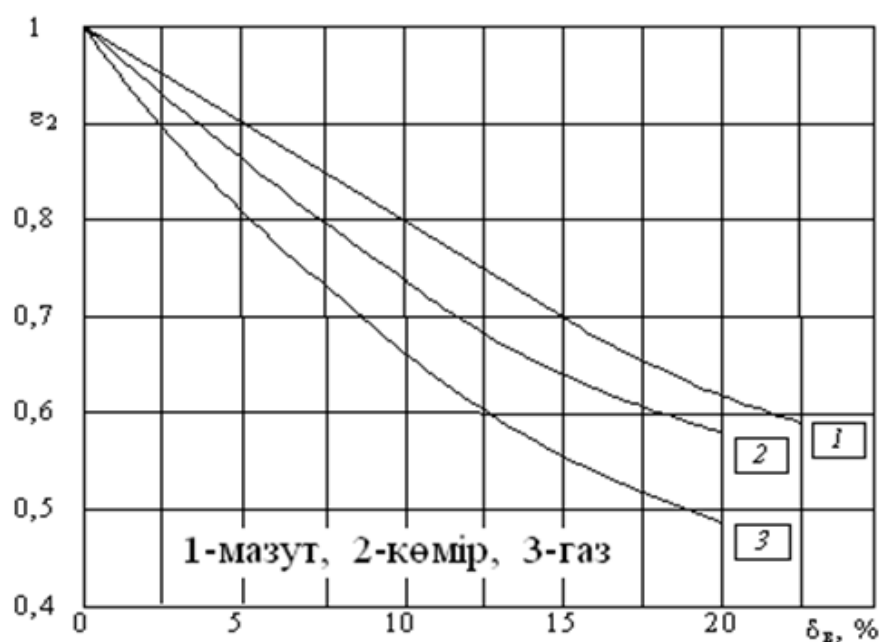
β_3 – қождан тазалау түрін ескеретін еселеуіш: қатты 1,0 және сұйық 1,6 қождардан тазартуға;

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

$\eta_{аз}$ – азоттазалағыш-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 секунд-пен есептегенде 0,278; тоннамен есептегенде 10^{-3} .



2.2 – сурет- Оттықтардан басқаларына берілетін ϵ_2 ауа коэффициентіне тәуелділігі

Отын жанғанда түтін газдарымен атмосфераға шығатын NO_x (азот оксиді) мөлшері көптеген факторларға байланысты өзгереді. Оған жану температурасы, отынның түрі, қазандықтың жұмысы және қолданылатын технологиялар әсер етеді.

NO_x азот оксидінің мөлшері жану үрдісінде азоттың (N_2) және оттегінің (O_2) жоғары температурада реакцияға түсуінен пайда болады. Бұл реакцияны жылу өндірісі кезінде жоғары температура мен қысым жағдайында жүзеге асатын жану үрдісі катализдейді.

NO_x мөлшеріне әсер ететін негізгі факторлар:

1) Отынның түрі:

- Көмір: Көмірде көп мөлшерде азот бар, бұл оның жану процесінде NO_x түзілуіне әсер етеді. Қара көмірде NO_x мөлшері жоғары болады, ал көмірдің сапасы мен химиялық құрамына байланысты бұл көрсеткіш өзгеріп отырады.

- Табиғи газ: Табиғи газды жағу кезінде NO_x шығару деңгейі төмен болады, себебі табиғи газда азот мөлшері өте аз.

- Мазут: Мазутты жағу кезінде де NO_x түзілуі мүмкін, бірақ көбіне бұл жану процесінің басымдықтары мен технологиясына байланысты болады.

2) Жану температурасы: Жоғары температурада жану кезінде NO_x деңгейі көтеріледі. Әдетте, 1300°C -тан жоғары температуралар NO_x мөлшерін арттырады. Бұл температураның жоғары болуы азот пен оттегінің реакцияға түсу ықтималдығын арттырады.

3) Жану үрдісі: Жану үрдісі оңтайлы жүргізілмеген жағдайда, яғни ауа мен отынның дұрыс арақатынасы сақталмаған жағдайда NO_x көлемі артуы мүмкін. Бұл әсіресе толық жану болмайтын жағдайларда байқалады.

4) Қондырғы мен технологиялар: Қазандықтың тиімділігі, ауа араластырғыш жүйелер мен NO_x төмендету технологиялары (мысалы, селективті катализаторлар немесе азот оксидтерін тазартатын жүйелер) NO_x шығарындыларын азайтуға көмектеседі.

NO_x шығарындыларының мөлшері:

- Жалпы мөлшер: Отынның түріне, жану температурасына және техникалық шарттарға байланысты, ЖЭС-тің қазандықтарынан атмосфераға шығатын NO_x мөлшері 100 мг/м³-ден 500 мг/м³-ге дейін өзгеруі мүмкін.

- Көмірді жағу кезінде: Көмірдің жануында NO_x мөлшері, мысалы, 200-300 мг/м³ болуы мүмкін.

- Табиғи газ: Табиғи газбен жұмыс істейтін қазандықтарда NO_x деңгейі әлдеқайда төмен, орта есеппен 50-100 мг/м³ деңгейінде болады.

Қорыта айтқанда, NO_x мөлшері әртүрлі параметрлерге байланысты өзгеріп отырады, бірақ оны төмендету үшін арнайы технологиялар мен үдерістер қолданылады.

2.3 Шаң жүйесінің БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығының ЖШШ-нің эскизді жобасын әзірлеу және есептеу

БКЗ-75-39Ф ТЖЭО-2 қазандықтарының ЖШШ (жаңа шаң жинағыш жүйесінің) жобасын әзірлеу, жылу электр станциясының экологиялық талаптарға сәйкестігін қамтамасыз ету үшін өте маңызды. Бұл жүйе түтін газдарынан ұсақ бөлшектер мен шаңды тазарту арқылы қоршаған ортаға зиянды қалдықтардың шығарылуын азайтуға бағытталған.

БКЗ-75-39Ф қазандықтары - бұл орташа қуатты жылу қазандықтары, олар негізінен көмір жағатын жүйелерге арналған. Осы қазандықтардың шаң жинағыш жүйесінің жобасын әзірлеу кезінде келесі маңызды факторлар мен компоненттер ескерілуі тиіс.

Келесідей мақсаттар болады:

- Қазандықтың түтін газдарынан шығып жатқан ұсақ бөлшектерді (шаңды) тиімді жинау.

- Қоршаған ортаға зиянды газдар мен бөлшектердің шығарылуын төмендету.

- Қазандықтың жұмысын экологиялық нормаларға сәйкес оңтайландыру.

ЖШШ (жаңа шаң жинағыш жүйесі) жобасының негізгі құрамдас бөліктері:

1) Шаң жинағыштар

- Циклонды шаң жинағыштар немесе электрофилтрлер қазандықтарда кеңінен қолданылады. Олардың басты міндеті түтін газдарынан қатты бөлшектерді сүзу.

- Циклонды шаң жинағыштар газ ағынын центрифугалық күшпен өңдеп, ұсақ бөлшектерді қабырғаларға қондырады.

- Электрофильтрлер жоғары кернеу арқылы газдардағы бөлшектерді электр өрісімен тартып, оларды ұстау үшін қолданылады.

2) Түтін газдарының қозғалысы және таралуы

- Газ ағыны қазандықтың түтін каналдары арқылы шаң жинағыштарға бағытталады.

- Шаң жинағыш жүйесінің тиімділігі газ ағысының жылдамдығы мен бағытына байланысты болады.

- Жоғары температура мен қысым жағдайында газдың қозғалысы мен шаңның бөлінуін тиімді басқару қажет.

3) Шаң жинағыштың орналасуы және техникалық шешімдер

- Шаң жинағыштар қазандықтың түтін каналдарының алдында немесе соңында орналастырылады. Бұл орынды таңдау газдың температурасына және жүйенің тиімділігіне әсер етеді.

- Шаң жинағыштардың түрін таңдау кезінде олардың экологиялық талаптарға сәйкес болуын ескеру керек. Мысалы, олардың қатты бөлшектерді ұстау тиімділігі 99% және одан жоғары болуы тиіс.

4) Шаң шығару құрылғысы

- Қазандықтың шаң жинағыш жүйесі газдарды сүзген соң, шаңды шығару құрылғысы арқылы сыртқа шығаруды қамтамасыз етеді.

- Шаң жинағыштан шыққан күл мен шаңды арнайы жәшіктерге жинап, оларды көлікпен тасымалдауға немесе жоюға болады.

ЖШШ жобасын әзірлеу кезінде жүйенің экологиялық тиімділігі мен қазандықтың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету маңызды. Шаң жинағыш жүйесі БКЗ-75-39Ф қазандықтарында атмосфераға зиянды шығарындыларды төмендетіп, қоршаған ортаға әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

Бұл жобаның сәтті жүзеге асуы үшін барлық құрылғылар мен жүйелердің үйлесімді түрде жұмыс істеуі қажет, әрі экологиялық стандарттар мен қауіпсіздік талаптарына толық сәйкес болуы шарт.

ЖШШ жүйесін есептеу үшін $\mu = 50$ кг/кг мәнін таңдаймыз. Егері тасу агенті ретінде ауа қарастырылса, онда O_2 қоспасының мазмұны 21%/50 - 0,42% құрайды. O_2 қоспадағы мәні шұбаркөл көмірінің стехиометриялық азотың көрсетеді, себебі ЖШШ сапалы тасу жағдайында қоспа дұрыс араластырылуы тиіс, тіптің ұшпа заттардың шығуы мен жалынға орануының температуралық жағдайында (АШ үшін 1020⁰ дейін) азот тотықтануына алып келеді [11].

БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығының бастапқы жылу техникалық сипаттамасын ПОЖПІ есептік нұсқасы ретінде қарастырсақ, онда №7 сынағының нәтижелерін ($D_k=68$ т/с) тәжірибелі бу өнімділігінің жоғары мәні арқылы анықталды және ол «Қазақтехэнергия» инженерлік фирмасымен (КТЖ ИФ) жүргізіліп, ТЖЭО-2 сызба ақпараттары және БКЗ [6] есептеу қажеттіліктерімен толықтырылды.

2.1 – кесте- Текелі ЖЭО – 2 БКЗ-75-39Ф қазандығының №2 бекетіне жылу техникалық сипаттамасы

Мөлшердің атауы	Өлшем бірлік-тер	Белгі-леу	Мөлшердің мәні	
			№7 КТЭ [5] сынағы	Нормативтік [6]
2	3	4	5	6
Шұбаркөл көмірі отының қызу шығаруы	ккал/кг	Q_n^p	4933	
Отын ылғалдылығы	%	W^p	14,1	16,7
Отынның күлі	%	A^p	9,7	9,6
Бу шығару өнімділігі	т/с	D_k	68	75
Өте ысытылған будың қысымы	кгс/см ²	$P_{\text{өыб}}$	38	39
Құнарлы судың қысымы	кгс/см ²	$P_{\text{кс}}$	63	
Атанадағы қысым	кгс/см ²	P_a	42	44
Өте ысытылған будың температурасы	°C	$T_{\text{өыб}}$	450	450
Құнарлы судың температурасы	°C	$T_{\text{кс}}$	102	150
Өте ысытылған будың энтальпиясы	ккал/кг	$I_{\text{өыб}}$	7988	
Құнарлы судың энтальпиясы	ккал/кг	$I_{\text{брпв}}$	102,5	
Қазандықтың жылу өнімділігі	Гкал/с	$Q_{\text{кө}}$	49,56	52,1
Тартылған шаңның жіңішкелігі	%	R_{90}	22,4	20-24
Жаңғыш заттарды алып кету құрамы	%	$C_{\text{ун}}^z$	14,8	
Салқын ауаның температурасы	°C	$t_{\text{хв}}$	23	25
Кететін газдардың температурасы	°C	t_{vx}	140	143/135
Ыстық ауаның температурасы	°C	$t_{\text{гв}}$	345	342
Ауаның артылуын қайта қайнату	-	$\alpha''_{\text{пп}}$	1,32	1,27
Ауаның ауаны қыздыру арқылы артылуы	-	$\alpha_{\text{взп}}$	1,41	1,37
Түтінтартқыдағы ауаның артылуы	-	$\alpha_{\text{тт}}$	1,54	
Кетуші газдардың жылуынан айырылу	%	q_2	5,42	6,3
Механикалық күйю оттығы жылуынан айырылу	%	q_4	2,58	3,2
Қоршаған ортаның жылудан айырылуы	%	q_5	1,17	3,2
Қазандықтың пайдалы әсер коэффициентінің бруттосы	%	$\eta_{\text{ка}}^{\text{бр}}$	1,17	3,2
Отынның шығыны	т/с	B	7,8	
Отынның есептеу шығыны	т/с	B_p	7,7	
1 кг отынға теориялық тұрғыдан қажетті ауаның саны	қм ³ /кг	V^0	5,58	
Қазандыққа керегі	қм ³ /кг	BV^0	43,52	
ДВ электр қозғалышымен жұмсалатын қауаттылық	кВт	$N_{\text{дв}}$	131	

2.1 – кестенің жалғасы

Мөлшердің атауы	Өлшем бірлік-тер	Белгі-леу	Мөлшердің мәні	Мөлшердің атауы
Үрлеуге жұмсалатын эл.энергиясының сыбағалы шығыс	Квтч	$\mathcal{E}_d$	2,55	2,1:2,3
Жоғары ыдырау оттығы	кГс/м ²	S'_T		3-4/2/
Диірменнен кейінгі аэроқоспаның температурасы	°C	t_{ao}		80(70)
Буды қыздырудағы оттектің құрамы	%	$O_2'' \text{ бқо}$		1,27
Шаң жүйесіндегі жанарғының шаң сымы қысымының шығыны	кГс/м ²	$P_1^{\text{жан}}$		130
Тура сол тек шаң жүйесіз	кГс/м ²	$P_1^{\text{жан}}$		170
ДВ шаң жүйесіндегі қысымның шығыны	кГс/м ²	$P_{\text{дв}}''$		220
Жүйесіз шаң	кГс/м ²	$P_{\text{дв}}''$		350
Оттық кеңістігінің көлемі	м ³	V_m		454
Оттық көлемінің жылу қуаты	ккал/м ³ с	Q/v_m	84752	
Оттық жанудың теориялық температурасы	°C	t_o		1894
Оттықтан шығудағы газдар температурасы	°C	t_T''		1073
Алғашқы ауаның жылдамдығы	м/с	$W_{\text{алғашкы}}$		27
Алғашқы ауаның шығыны	м ³ /с	$L_{\text{алғашкы}}$		9,9
Оттықтың 3 жанарғысының екінші шығыны	м ³ /с	$L_{\text{екінші}}$		19,4
Екінші ауаның жылдамдығы	м/с	$W_{\text{екінші}}$		30,6
Екінші ауа бойынша ОЖ-6 жанарғысының кесіндісі $F_{\text{ек}}=0,758*0,750^2-0,285^2$	м ²	$F_{\text{екінші}}$	0,378	0,122
Іріктелген газдардың температурасы	°C	$t_{\text{газ}}$		(800)
Диірменге берілетін ыстық ауаның температурасы	°C	$t_{\text{взп}}^{-10}$		(332)
Диірменнің алдындағы ыстық ауа мен газдар қоспасының температурасы	°C	t_i		(500)
Кептіргіш агенттегі ыстық ауаның үлесі		$g_{\text{св}}$		(0,467)
Кептіргіш агенттің саны	кг/кг	l_l		(0,752)

2.1 – кестенің жалғасы

Мөлшердің атауы	Өлшем бірлік-тер	Белгі-леу	Мөлше рдің мәні	Мөлш ердің атауы
Шаңды дайындау жүйесін кадалу коэффициенті	-	K _к		(0,908)
Диірменге жұмсалған ыстық ауаның шығыны	m³/сағ	Q _{вм}	-	(13600)
Тастау шүмектің шаң сымындағы жылдамдығы о/ 357мм	м/с	W _{тш}		24,0
Тастау шүмек шығуының жылдамдылығы	м/с	W _{тшж}		23,0
тастау шүмегінің жалпы қисыны	м²	F _т		0,342
Негізгі жанарғылардың шаң сымындағы жүйесі	м/с	W _ж		25,4
Оттықтың газ тіреуінің биіктігі	M	H		10,8
«Қазтехэнерго» инженерлік фирмасы отын зертханасының Шұбаркөл көмірінің құрамы мен сапасы бойынша деректері: Сутегі; Көміртегі; Ылғалдылығы; Гигроскопиялық ылғалдық Соңғы ылғалдық Күл Күкірт Азот Оттек (100,2 %) Ұшпа газдар Жылулық ерекшелігі	M % % % % % % % % % % Kкал/кг	 H ^p C ^p W ^p W _a W _k A ^p S ^p N ^p O ^p V _r Q _n ^p	 5,09 52 16,7 10,6 0,41 1,46 13,74 42,24 4950	 (25) (12) (13) (18,75) (0,4) (35) (4445)
ОЖ-6 бойлық біліктің екінші ауа потрубкасына дейінгі арақашық	M	A	0,625	
60 т. Көрсетілген өлшемдер (l/a)	м²	l*b	0,58*0, 45	
Оттық камерасының тереңдігі	M	b _T	7 –ге жуық	

Белгілі болғандай [7] ылғалдылықтағы ЖШШ гигроскопиялықтан төмен болады, сондықтан оның көлігінің сапасы нашарлайды. Тәжірибе көрсеткендей [7], ЖШШ шаң сымындағы температурасы тас көмірлер 80°C және қоңыр көмір 90°C төмен болмауы тиіс, себебі ол бірқатар жағдайларда кездесіп жатады.

ТЖЭО-2 диірменнен кейінгі аэроқоспаның температурасы мен көмірді кептіруге арналған газдардың температурасы оттықта сәйкесінше 80 және 800°C құрайды. ЖШШ арналған жылы теңгерімінен сәйкесінше 70 және 500°C тепе-тең болса, көмір мен газдардың жылу сыйымдылығы өзара тепе-тең және температурадан тәуелсіз болып, ЖШШ шаң сымына кірудегі температураға жақын болып келеді.

$$t_{ПВК} = \frac{c_{пн} 70 * 50 + c_{пз} 500}{c_{ПВКр} * 51} = 80^{\circ}C \quad (2.1)$$

ЖШШ алынған температурасының мәні жоғарыда көрсетілген ЖШШ көлік сапасының талаптарына сай келеді және шаң сымының ұзындығы $l=10$ м ТЖЭО – 2 үшін мәнді емес (шаңды қабылдағышқа дейінгі жаңару деңгейі $\Delta h=2$ м биіктігінің айырмасы (2.3 – сурет). Шаң сымының жылылық оқшалаулығының қажетті бағасы екі фазалы ортаның ағымындағы жылу беру формуласы арқылы еркін орындалуы әбден мүмкін [8].

ЖШШ газ бен шаңның тығыздығы [1]:

$$\rho_{п} = 850 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

$$\rho_{г} = 1,29 \frac{273}{80 + 273} = 1,0 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (2.2)$$

ЖШШ газ бен шаңның тығыздығы мен жылдамдылығы В шаңның шығындарымен және шаң сымындағы Қж газымен байланысты болып келеді [1]:

$$\begin{aligned} \rho_{ПВК} &= \frac{B_{п} + Q_{ГТ} * \rho_{ГТ}}{B_{п} / \rho_{п} + Q_{ГТ}} = \frac{B_{п} + Q_{ГО} * \rho_{ГО}}{B_{п} / \rho_{п} + Q_{ГО} \frac{T}{T_0}} = \frac{B_{п} + B / \mu}{\frac{B_{п}}{\rho_{п}} + \frac{B_{п}}{\mu \rho_{ГО}} * \frac{T}{T_0}} = \\ &= \frac{1 + \frac{1}{\mu}}{\frac{1}{\rho_{п}} + \frac{1}{\mu \rho_{ГО}} * \frac{T}{T_0}} = \frac{1 + \mu}{\frac{\mu}{\rho_{п}} + \frac{T}{\rho_{ГО} * T_0}} = \frac{51}{\frac{50}{850} + \frac{353}{1,29 * 273}} = 48,06 \text{ кг} / \text{м}^3 \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$W_{пвк} = \frac{B_{п}}{\rho_{п}f} + \frac{Q_{го}}{f} = \frac{4}{\pi d^2} \left(\frac{B_{п}}{\rho_{п}} + \frac{Q_{го}T}{T_0} \right) = \frac{B_{п}}{f} \left(\frac{1}{\rho_{п}} + \frac{1}{\mu \rho_{го}} * \frac{T}{T_0} \right) =$$

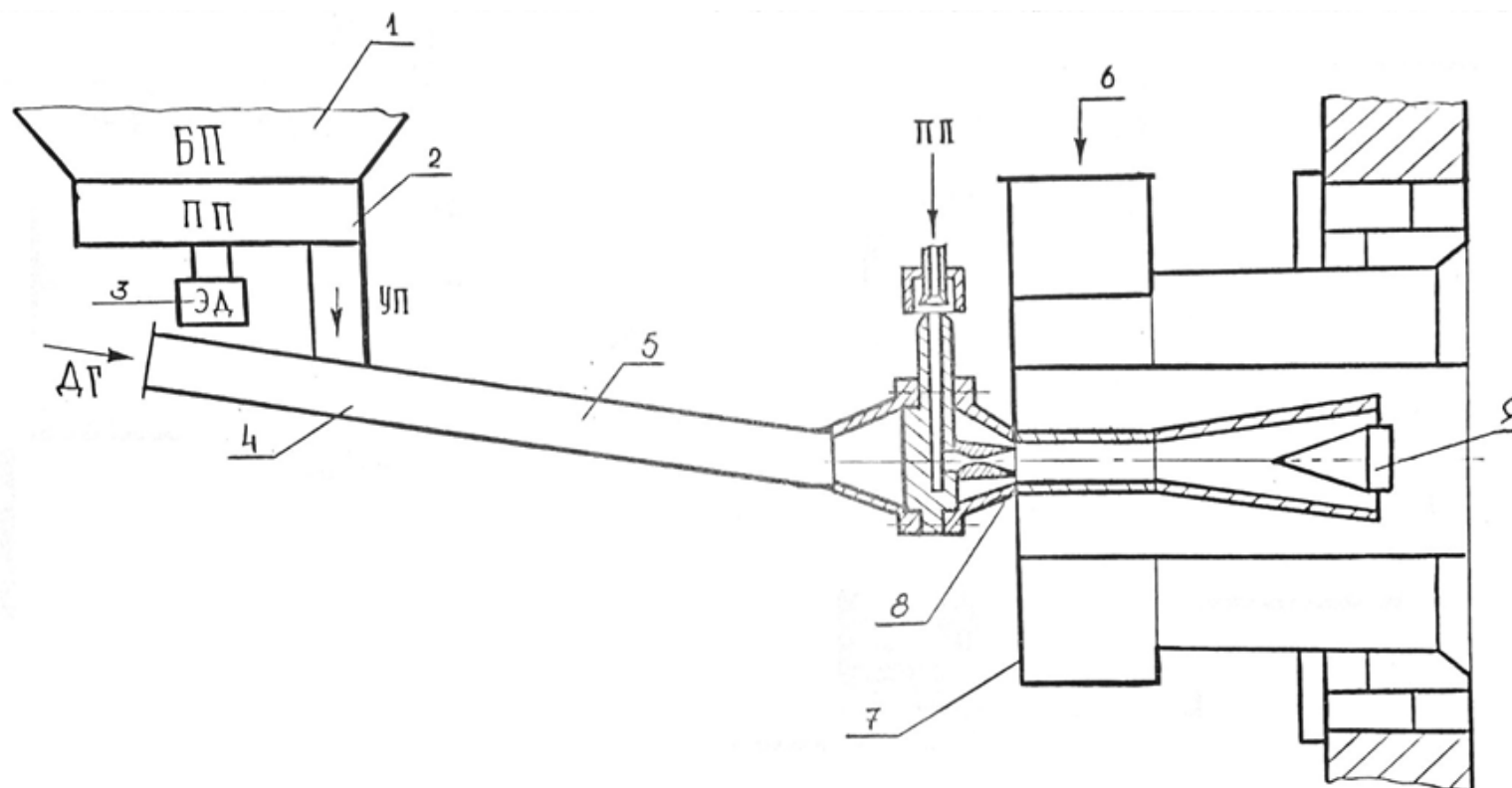
$$= \frac{4 * 0,72}{\pi * 0,064^2} \left(\frac{1}{850} + \frac{353}{50 * 1,29 * 273} \right) = 4,75 м / с \quad (2.4)$$

Онда $B_{п} / (\rho_{го} * Q_{го}) = \mu = 50 кг / кг$ ЖШШ шаң сымындағы шаңның шоғырлану мәнін қабылдау;

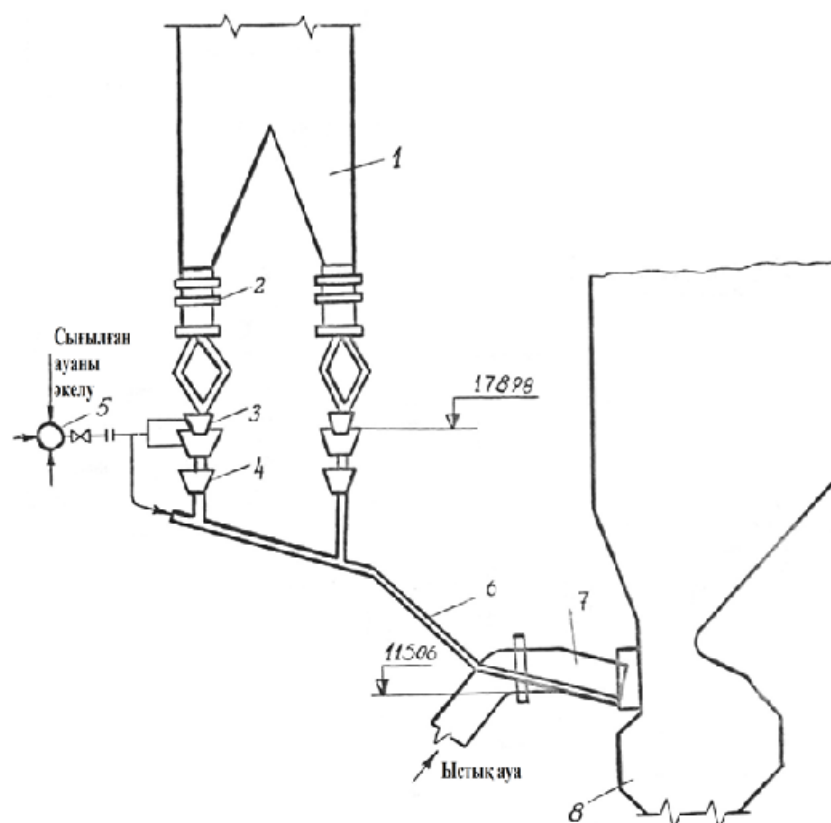
$B_{п} = 7,8 т / с ағ : 3 = 2,6 т / с ағ = 0,72 кг / с$ шаң сымындағы шаңның шығыны 3 жанарғаның біреуі, 1.1 - кесте;

d=64 мм – шаң сымының шкі диаметрі, оның мәні ВТИ деректері бойынша қабылданған (d=64/70; 71/89; 90/96 мм $B_{п} = 2/5; 5/10; 10/15 т / с ағ$) сәйкес келеді [9].

ЖШШ жылдамдылығы шаң сымындағы жылдамдылығы төмен (10 м/с кіші). Сондықтан (жылдамдықтың үшінші көрсеткішіне пропорционал болады) қабырғаның тозығы болмашы болып және шаң сымы 4,5 мм [9] кем емес жуандығы арқылы таңдалуы мүмкін.



2.3 – сурет- Назаров ГРЭС-ның П-49, 500МВт қазанының 76 құрамалы тұрқысындағы ЖШШ берісінің қондырғысы



б)

1-Шаң шанағы; 2-тозаң бергіш; 3-тозаң араластырғыш; 4-жапқыш қақпақша; 5-жалпы ауа үрлегіштік біріктіріме; 6-шаң сымы; 7-тура ағынды оттық; 8-құйынды ошақ.

2.4 – сурет- Назаров ГРЭС-ның П-49, 500МВт қазанының 7б құрамалы тұрқысындағы ЖШШ берісінің қондырғысы

2.4 ЖШШ қарсыласу жолын есептеу

ЖШШ-дің жалпы қарсыласу жолы ену бөлімінде қоспалаушыдан эжекторге еніп, шаң сымы мен қоспалаушы қарсыласуы арқылы қалыптасады (2.4 – сурет).

$$\Delta H_{\text{обш}} = \Delta H_{\text{см}} + \Delta H_{\text{плп}} \quad (2.5)$$

Қоспалаушы қарсылығын есептеуде ЖШШ ұмтылысы толыққанды қоспалаушыда өтеді [1].

$$\Delta H_{\text{см}} = P_{\text{ст}} + P_{\text{дин}} + \Delta H_{\text{разг}} \quad (2.6)$$

мұндағы, $P_{ст}$ - қоспалаушыдан кейінгі статистикалық ажырату болса, оның мәні ЖШШ жүйесін жобалауда тепе-тең қабылдануы мүмкін $150 \text{ кГс/м}^2 = 1471,5 \text{ Н/м}^2$;

$$P_{дин} = \rho_{пвк} \omega_{пвк} / 2 - \text{Шаң сымындағы динамикалық қысым, Н/м}^2;$$

$$\Delta H_{разг} = \rho_{пвк} \omega_{пвк} - \text{ЖШШ, Н/м}^2 \text{ ұмтылыстағы қысымнан айырылу.}$$

Шаң жүйесінің кедергісі келесідей мөлшерден құрылады, таратып айтар болсақ:

$$\Delta H_{ппп} = \Delta H_{мс} + \Delta H_{тр} - \Delta H_{ур} \quad (2.7)$$

мұндағы, $\Delta H_{мс} = \zeta \rho_{пвк} \omega_{пвк}^2 / 2$ - шаң жүйесіндегі тұрақты кедергілерінің есебінен болатын айырулар, олар өз кезегінде қажалулармен салыстырылып жасалады;

$\Delta H_{тр} = \lambda_{тр} \frac{l}{d} \rho_{пвк} \omega_{пвк}^2 / 2$ - Н/м^2 Шаң жүйесіндегі қажалулардан айырылу;

$\lambda_{тр} = 0,015$ - ЖШШ шаң жүйесіндегі қажалулар коэффициенті (ЖШШ жүйесін сынау деректері бойынша);

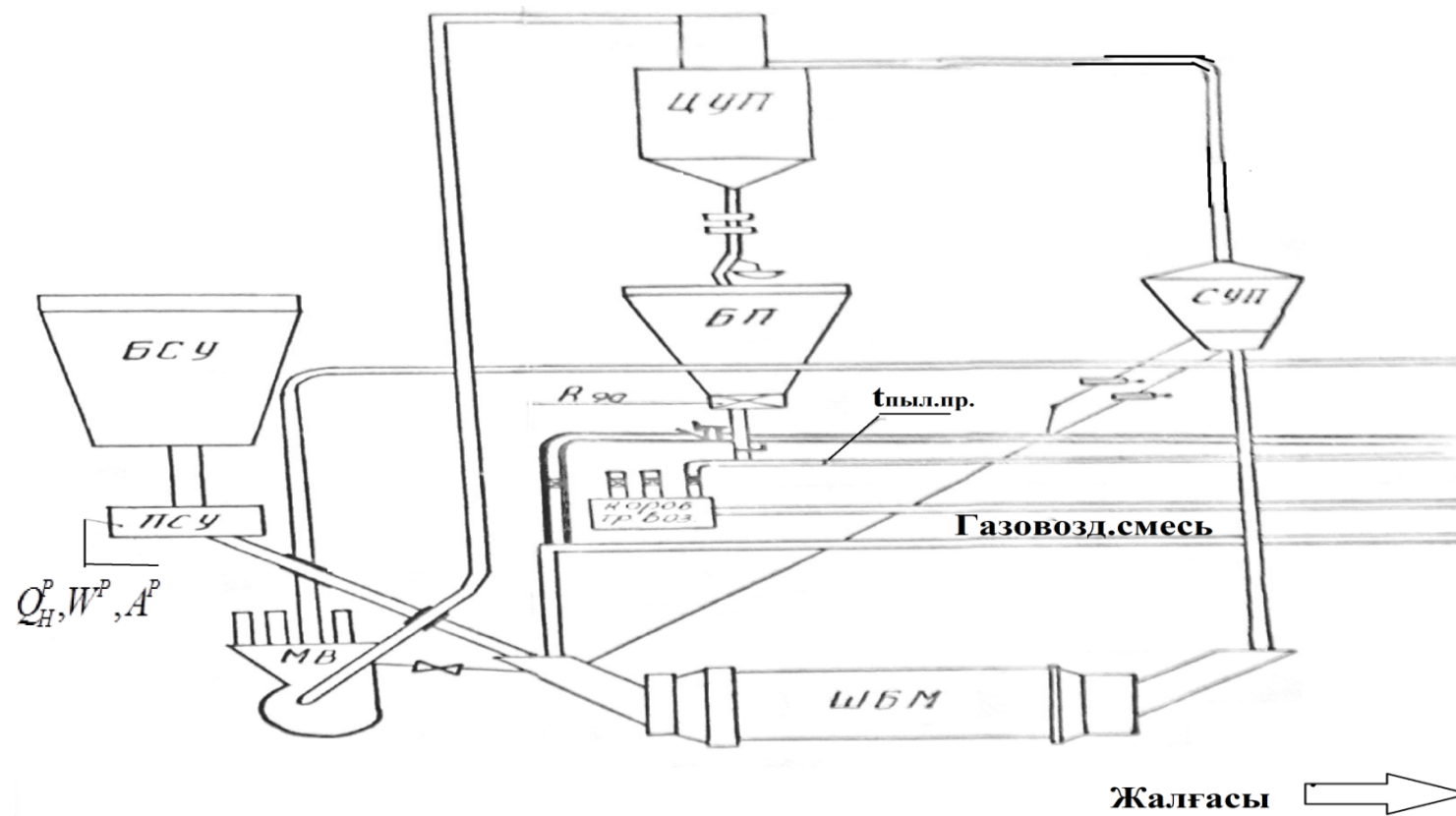
$\Delta H_{ур} = g \rho_{пвк} \Delta h$ - Қоспалауыш пен эжекторде орналасқан әртүрлі деңгейлердің есебінен болатын нивелир қысымы, Н/м^2 .

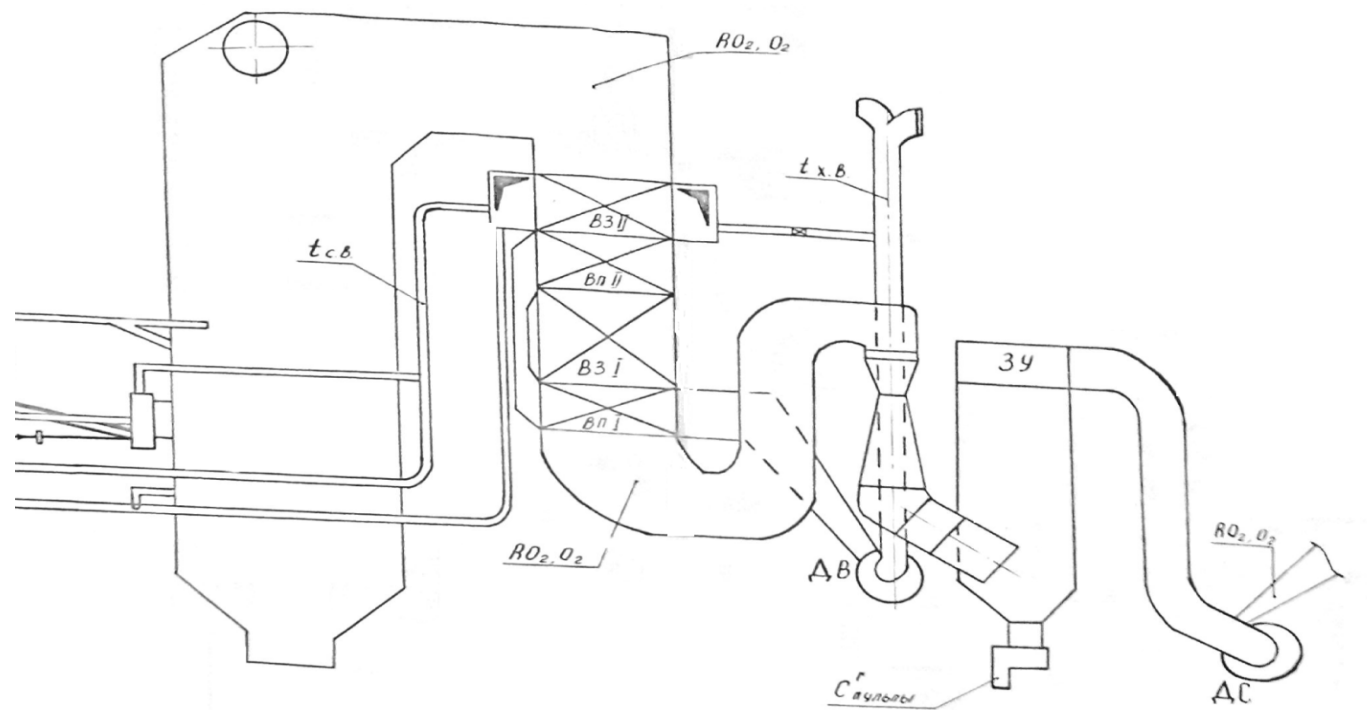
Жоғарыда келтірілген мәселелерді алмастырып қою, яғни (2.6) және (2.7), (2.5) -те, ал сонымен бірге сандық мәндер (2.3) және (2.4) келесіне анықтаймыз:

$$\Delta H_{общ} = 1475,5 + (1 + 2 + 0 + 0,015 * \frac{10}{0,064}) 48 * 4,75^2 / 2 - 9,8 * 48 * 2 = 3424 \text{ Н / м}^2 = \quad (2.8)$$

$$= 349 \text{ кГс / м}^2 = 349 \text{ ммВ.ст.}$$

ЖШШ шаң сымын БКЗ-75-39Ф Текелі ЖЭО - 2 қазандығының қосу бойынша ұсынымы 2.4 - суретінде келтірілген. Мұнда ЖШШ көлігі үшін түтін газдары түтін газдарының құбырларынан, кептіру қазандықтарынан алынып, шаң көректендіріші бункеріне орнатылып, ЖШШ-ның қоспалауыш сарқылмасының тиімді схемасы [7] арқылы көрсетіледі, соның нәтижесінде шаң сымының алғашқы ауасы ($t_b = 345^\circ \text{C}$) ГТ-6 екінші ауасына кіруге жіберіледі. Сонымен жаңартылған ГТ-6 эжекторлар енгізіледі, сонда ЖШШ –ні қазандық жаңарғысына беру автоматтандырылады, ал қалған кезде шаңды жасау жүйесінің жанарғысы еш өзгеріссіз қалады.





2.4 – сурет- ЖЭС-2, БКЗ-75-39Ф қазанында ЖШШ-мен тозаңсымдарының қосылу схемасы

3 ЖШШ (жаңа шаң жинағыш жүйесі) жүйесін есептеу және NO түзілудегі математикалық моделі

3.1 Эжекторды есептеу

Эжекторды есептеу - бұл көбінесе сұйықтар мен газдарды сорып, олардың ағысын басқа жерге бағыттау үшін қолданылатын құрылғыларды жобалау мен есептеуді қамтиды. Эжектор - сұйық немесе газды жоғары қысымнан төмен қысымға айдау үшін арнайы түтікшелер мен сопло құрылғылары арқылы жасалады. Бұл құрылғының жұмыс принципі, көбінесе, сұйықтықтың немесе газдың қозғалысы мен энергиясының трансформациясына негізделген.

Эжектордың есептеуі оның конструкциясын дұрыс жобалау үшін маңызды және ол бірнеше кезеңдерден тұрады, олардың ішінде эжектордың тиімділігін қамтамасыз ету үшін сұйық немесе газдың жылдамдығын, қысымын және басқа да сипаттамаларын есептеу қажет.

Эжекторды есептеудің негізгі принциптері

- 1) Жүйенің кіріс және шығу параметрлерін білу:
 - Пайдаланылатын сұйық немесе газдың қасиеттері: тығыздығы, қысымы, температурасы, жылдамдығы және басқа да параметрлер.
 - Эжектордың кіріс және шығыс қысымы: Эжектордың тиімді жұмыс істеуі үшін қажетті кіріс пен шығу қысымының мәндерін білу қажет.
- 2) Техникалық шарттар мен талаптар:
 - Сорылатын сұйықтық немесе газ көлемі.
 - Эжектордың жұмыс тиімділігі.
 - Пайдаланылатын энергияның шығыны.
- 3) Жұмыс принципі:
 - Эжектордағы ағын сұйықты немесе газды жоғары жылдамдықта өткізіп, вакуумдық әсермен басқа сұйық немесе газды сорып алады. Бұл процесте жылдамдық пен қысым өзгерісі болып, энергияның бір түрі (мысалы, кинетикалық энергия) екінші түрге (мысалы, потенциалды энергия) айналады.

Эжекторды есептеу кезінде оның түтікшелерінің, соплосының, түтін немесе сұйықтықтың жылдамдығын, сондай-ақ шығу қысымын дұрыс жобалау үшін әртүрлі күрделі есептеулер қажет болуы мүмкін. Бұл есептеулер әртүрлі талаптар мен параметрлерге, мысалы, эжектордың тиімділігіне немесе газды сородың қуатына негізделуі мүмкін [12-14].

Эжекторды жобалау және есептеу кезінде оның жұмыс тиімділігін және қажетті көлемдерді есептеу үшін көптеген физикалық параметрлер мен инженерлік шешімдер есепке алынуы тиіс. Эжектордың тиімділігі мен конструкциясы сұйықтықтың немесе газдың түріне, оның қасиеттеріне және қажетті жұмыс режимдеріне тікелей байланысты.

Эжектордың негізгі элементтері болып келесілер табылады: Лаваль соплосы, жылжыту камерасы мен диффузорлар (2.5 – сурет). Жылжытудың цилиндрлік камерасында қысым тұрақты және атмосфералы болып табылады.

Эжекторлық орта- қатты ысытылған бу, яғни эжекторланған шаңды газ қоспасы пиролизді оттығының оттық процестері (ПОЖП). Эжекторды есептеу бу шығынын есептеу мен соплоның мөлшері бу параметрлерімен және қоспалық камераларымен байланысты болып келеді. ЖШШ эжекторларының теориясы мен әдістемесін есептеу [1] көрсетілген.

Эжекторды есептеудің жартылай империкалық әдістемесінде [1] эжектордың импульстік коэффициенті қолданылады, ол өз кезегінде (диапазонындағы $\Delta H_{плп} = 200/1800 \text{ кГс} / \text{м}^2 = 2000/1800 \text{ Н} / \text{м}^2$) арақатынасымен айқындалады.

$$M = a * \Delta H_{обц} + v, H \quad (3.1)$$

мұндағы $a=5,231 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$; $v_1=20, 65 \text{ Н}$ және $a_2=4,047 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$; $v_2=16,95 \text{ Н}$ шаң сымының орташа көлбеуінің мәндері үшін $\alpha_1 = 1 - 7^\circ$ және $\alpha_2 = 10 - 20^\circ$ сәйкес болады.

Мәселен, (1.9) ұсынылған $\Delta H_{плп}$ орнына $\Delta H_{жалты} \text{ Н/м}^2$ қабылданған, оны меңгеруге және эжектордың импульсы жұмсалады, өз кезегінде ол өзара келісіледі және тағы бір ескеретін мәселе ол тәжірибелерде қоспалауыштарды пайдаланбау.

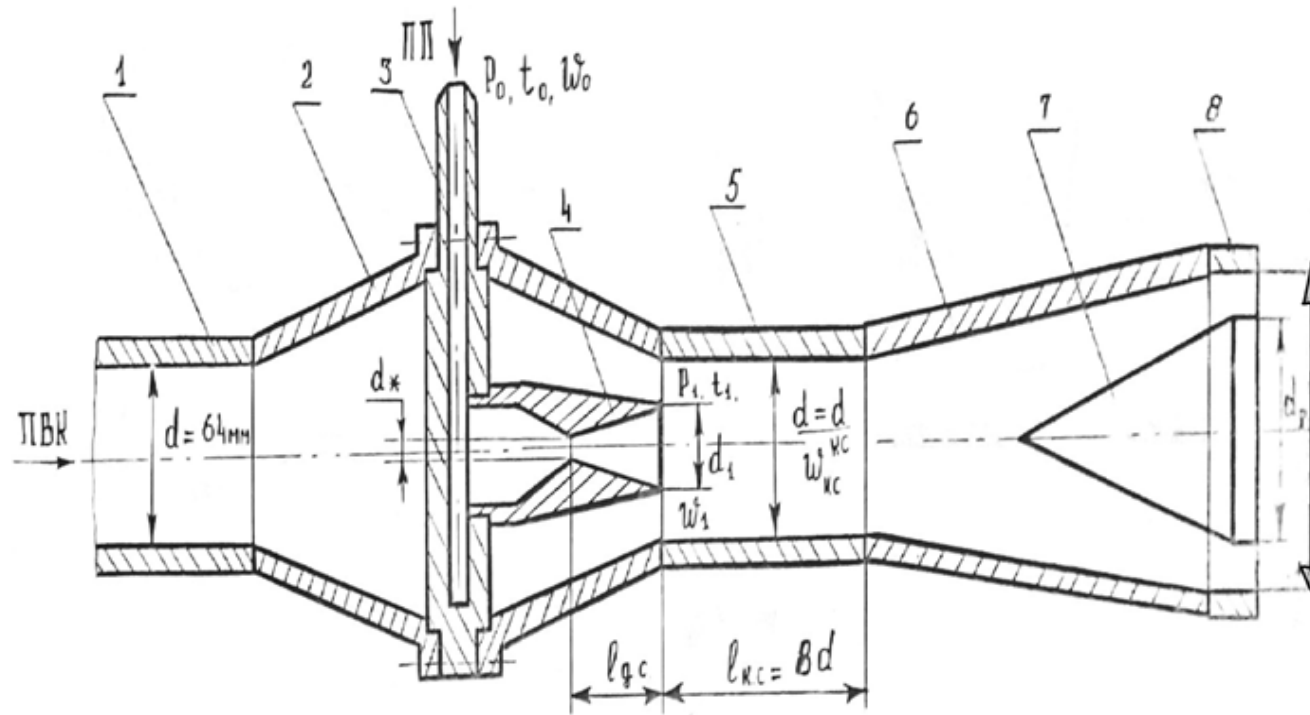
Қарастырылып отырған есепту жағдайында

$$\alpha = \arctg(\Delta h / l) = \arctg(2 / 10) = 11^\circ 20' \quad (3.2)$$

Сондықтан,

$$M = M_2 = 4,047 \cdot 10^{-3} \Delta H_{жалты} + 16,95 = 4,047 \cdot 10^{-3} \cdot 3424 + 16,95 = 30, H \quad (3.3)$$

Эжекторға кіретін ыстық будың қысымы турбина редукторы немесе жақын қазандықтың бу сымы арқылы алынып, [15-17] ұсынымдарына сәйкес тиімді $P_0 = 8 \div 12$ немесе $10 \div 15$ ($t_0 = 300 \div 350^\circ \text{C}$) $\text{кГс} / \text{м}^2$ диапазондар беріледі.



1 – тозаң сымы; 2 – құбырша; 3 - бу штуцері; 4 – Лаваль саптамасы; 5 – араластыру құтысы; 6 – тежегі; 7 – бөлгіш;
8 – цилиндрдің соңы

3.1 – сурет- Эжектор схемасы

Лаваль соплосынан будың шығуының соңғы нәтижелері is-диаграммасы арқылы анықталады, яғни 0 нүктесінен (P_0 және t_0 редукторлары параметрлерінің шығысында) изоэнтропты тораптар диаграммасымен және $P_1 = 1 \text{ кгс} / \text{см}^2$ (он шекара қимасында) изобарларымен анықталады. Эжектор жұмысын дұрыс қамтамасыз ету үшін x ауасының құрғақтың көрсеткіші 0,94 кем болмауы тиіс. $P_1 = 1 \text{ кгс} / \text{см}^2$ $\vartheta'' = 1,73 \text{ м}^3 / \text{кг}$ құрғақ ауада салыстырмалы салмақты құрайды. Мұндағы соплодан шығатын ауаның салыстырмалы көлемі келесідей болады:

$$\vartheta_1 = x \vartheta''_1 = 0,94 \cdot 1,73 = 1,63 \text{ м}^3 / \text{кг} \quad (3.4)$$

Алғашқыдағы ысытылған ауаның (адиабаттың көрсеткіші $K=1,3$) соплодан шығу кезіндегі жылдамдылығы [1] формуласы арқылы бағаланады.

$$\omega_1 = 91,53 \sqrt{i_0 - i_1} = 866,4 \text{ м} / \text{с} \quad (3.5)$$

мұндағы, $i_0 - i_1 = \Delta i = 89,6$ ккал/кг – соплоның жағдайында энтальпияның кіріс және шығысы кезіндегі айырмашылығы келесідей:

$$P_0 = 10 \text{ кгс} / \text{см}^2; t_0 = 300^\circ \text{C}; \vartheta_0 = 0,2632 \text{ м}^3 / \text{кг}; i_0 = 728,9 \text{ ккал} / \text{кг}; P_1 = 1,0 \text{ кгс} / \text{см}^2; t_1 = 100^\circ \text{C}; \vartheta''_1 = 1,73 \text{ м}^3 / \text{кг}; i_1 = 639,3 \text{ ккал} / \text{кг}$$

Будың [1] эжекторындағы шығыны

$$G_{III} = \frac{M}{\omega_1} = \frac{30,8 \text{ Н}}{866,4 \text{ м} / \text{с}} = 0,0356 \text{ кг} / \text{с} \quad (3.6)$$

Будың эжектордағы алынған шығындар мәні қазандықта ауа өнімділігінің мәндік есебінің 0,19 % құрайды, таратып айтар болсақ:

$$\frac{G_{III}}{D_K} = \frac{0,0356 \text{ кг} / \text{с}}{68 \text{ т} / \text{ч}} = \frac{0,0356 \text{ кг} / \text{с}}{18,9 \text{ кг} / \text{с}} = 1,9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \quad (3.7)$$

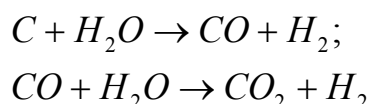
ЖШШ жүйесіне $0,025 \div 0,050$ кг буын бір кг оттына беру аталған жағдайда келесідей болады:

$$\frac{G_{III}}{B_{II}} = \frac{0,0356 \text{ кг} / \text{с}}{0,72 \text{ кг} / \text{с}} = 0,0494 \quad \text{кг бу} / \text{кг отын} \quad (3.8)$$

Оттықтағы азот тотығын басудағы тиімді факторлардың бірі ретінде қарастырылып (Бұрышты АМЭС ТП-100 № 2, 8/13 қазандығында NO_x механикалық шала күйдіруді жоғарлатпайды, демек, жоғары температурасы газ тотықтануы мен қожды күшейтеді.

Экономикалық тұрғыдан қарастырсақ эжекторға жұмсалатын бу көліктегі көмір шаңы мен жанару электрэнергиясын алмастырады, яғни [7] оттықтағы отынның жануы тозанға айналып және мазутты көмескі жарықсыз оттыққа енгізеді.

Анықталғандай, жоғары температуралы аймақта су буының болуы конверсиялық реакциясы



сутегіне айналады. Мұндай көміртекті газдандыру біздің ойымызша көмірдің кокстік қалдығының жану процесін күшейте түседі.

Дағдарысты және Лаваль соплосының шығу қиындысының диаметрі мен оның диффузорлық ұзындығын табуда келесі формулаларды қолдануға әбден болады:

$$\begin{aligned}d_* &= 2\left(\frac{S_*}{\pi}\right)^{0,5} = 2\left(\frac{G_{III}}{\pi 2,09}\right)^{0,5} \left(\frac{g_0}{P_0}\right)^{0,25} = 0,078 G_{III}^{0,5} \cdot \left(\frac{g_0}{P_0}\right) = 0,078 (0,0356 \text{ кг} / \text{с})^{0,5} \cdot \\&\cdot \left(\frac{0,2632 \text{ м}^3 / \text{кг}}{10 \text{ кг} / \text{с} / \text{см}^2}\right)^{0,25} = 5,92 \cdot 10^{-3} \text{ м};\end{aligned}\quad (3.9)$$

$$d_1 = 2\left(\frac{S_1}{\pi}\right)^{0,5} = 2\left(\frac{G_{III} g_1}{\pi \omega_1}\right)^{0,5} = 2\left(\frac{0,0356 \cdot 1,63 \text{ м}^3 / \text{с}}{\pi 866,4 \text{ м} / \text{с}}\right)^{0,5} = 9,23 \cdot 10^{-3} \text{ м};\quad (3.10)$$

$$l_{\text{диф.с}} = \frac{d_1 - d_*}{2 \text{tg} \alpha \text{dc} / 2} = \frac{(9,23 - 5,92) \cdot 10^{-3}}{2 \text{tg} 6^0} = 1,575 \cdot 10^{-2} \text{ м} \quad (3.11)$$

мұндағы, $\alpha_{\text{дс}}=120$ – бұл іс жүзінде диффузорлы соплоның бұрышы мәнін ашуда қолданылады.

Сонымен қатар әртүрлі шаң сымдарының жану оттығының кедергісі бар болған ерекшеліктің өзінде эжекторды есептеу оның әрқайсысы үшін бөлек-бөлек жасалады [18].

Тәжірибе барысында жартылай эмпирикалық әдістер арқыды алынған есепті нәтижелерде сәйкестіктердің барын ерекше атап көрсеткен.

Ал енді эжектордың араластырғыш камерасындағы процесті дұрыс ұйымдастыру қажет, сонда тәжірибелерде көрсеткендей сопло қимасының

арақашықтығын сақтай отырып оны диффуздыға дейін жеткізуды қарастыру болып болады, бұл яғни шаң сымының 8 диаметрі [19].

$$l_{KC} = 8 \cdot d = 8 \cdot 64 = 0,512 \text{ м} \quad (3.12)$$

Булы газ шаңның көлемдік шығыны эжектордың араластырғыш камерасында, келесідей болады:

$$\begin{aligned} Q_{KC} &= \frac{B_{II}}{\rho_{II}} + Q_{ГI} + G_{III} \cdot g_t = \frac{B_{II}}{\rho_{II}} + \frac{B_{II}}{\mu \rho_{ГО}} \cdot \frac{T_{III}}{T_0} + G_{III} \cdot g_1 \cdot \frac{T_{III}}{T_1} = \\ &= \frac{0,72}{850} + \frac{0,72}{50 \cdot 1} \cdot \frac{363}{273} + 0,0356 \cdot 1,63 \cdot \frac{363}{373} = 8,47 \cdot 10^{-4} + 1,915 \cdot 10^{-2} + 5,647 \cdot 10^{-2} = \\ &= 0,0765 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \end{aligned} \quad (3.13)$$

Сондай-ақ араластырғыш камера диаметрінің бу сымының диаметріне тепе-тең болу жағдай келесідей болады ($d_{KC} = d = 64$ мм жылдамдықты көрсетеді)

$$\omega_{KC} = \frac{4Q_{KC}}{\pi d_{KC}^2} = \frac{4 \cdot 0,0765}{\pi \cdot 0,064^2} = 23,77 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (3.14)$$

Араластырғыш камерасындағы бу газ сымының жылдамдық мәні қабырғалардың тозығы жету жағдайларымен шектеледі.

Зерттеулер көрсеткендей эжектордың диффузды ашуы бұрышын 12^0 -ден 6^0 -ға дейін кішейту оның жұмыс тиімділігін жоғарлатып, керісінше шығындарды азайтады, ол өз кезегінде қабырғадағы будың ағымен және диффузордың ұзындығымен байланысты болады [7].

Сондықтан да $\alpha_{дэ} = 6^0$ қабылдау кезінде және эжектордың шығу диаметрі $d_{цэ} = 106$ мм болса, онда эжектордың диффузорлы ұзындығын келесі түрде анықтаймыз:

$$l_{дэ} = \frac{d_{цэ} - d_{KC}}{2 \operatorname{tg} \alpha_{дэ} / 2} = \frac{0,106 - 0,064}{2 \operatorname{tg} 6^0} = 0,2 \text{ м} \quad (3.15)$$

Сондықтан да эжектордың шығыршықты саңлауындағы газ буы шаңның жылдамдығының ($t=90^0\text{C}$) бітуі жылжу камерасының жылдамдығымен тепе-тең болып ($W_{кш} = W_{KC} = 23,77$ м/с: $d_{эКВ.К.Ш} - d_{жс} = d = 64$ мм), конусты қақ жарғыштың диаметрін табамыз: (d_p):

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi d_{цз}^2}{4} - \frac{\pi d_p^2}{4};$$

$$d_p = (d_{цз}^2 - d^2)^{0.5} = (0,106^2 - 0,064^2)^{0.5} = 0,0845 \text{ м} \quad (3.16)$$

Сонымен эжекторге кіретін будын жылдамдығы бу сымының ішкі диаметрінде 36 мм көрсетеді:

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot Q_0}{\pi d_0^2} = \frac{4 \cdot G_{III} \cdot g_0}{\pi d_0^2} = \frac{4 \cdot 0,0356 \text{ кг/с} \cdot 0,2632 \text{ м}^3/\text{с}}{\pi \cdot 0,036^2 \text{ м}^2} = 9,2 \text{ м/с} \quad (3.17)$$

Сонда ЖШШ-нің барлық шаң жүйесінің параметрлерін есептеуде пиролиз оттығын жаңу процесінің ілгерлеуімен (ПОЖП) енгізуде (пайдалану талаптарына жауап беруі тиіс.

Оттықты камералардағы ЖШШ жасақталуы көмір шаңның беру өзегі 0,3÷0,5 м [9] ұңғысымен батырылады.

Эжектор массалары 2500х330х228мм габаритті көлемдерімен 60 кг [9] жуық салмақты құрайды.

Осы анықталған эжектор көлемдерін оттық процестерін ұйымдастырудың ерекшеліктерін ескере отырып, нақтылауға болады.

3.2 ЖШШ буын тарту есебі

ЖШШ жүйесінің дұрыс қызмет етуі тұрақты түрде будың қамтамасыз етуді талап етеді. Бұрышты, Троицк МАЭС, Усть-Илимс ЖЭО, Ленэнергоның 17-ЖЭО және басқа да электрстанцияларындағы ЖШШ пайдалану тәжірибелері авторға [9] буды ажырату сызбасына қатысты негізгі талаптарды қалыптастыруға мүмкіндік берді:

Эжектор қазандығына буды жіберу екі тәуелсіз жіптер арқылы жүргізіледі және сол арқылы қазандықтардағы жүктемелердің 0,25÷1,05 $D_{ном}$ диапазон жұмысын қамтамасыз етеді.

Эжектор жанарғысы сопласына түсетін будың қысымы мен температурасы үнемі тұрақты түрде қолдау тауып, қазандықтың тәртібімен байланысты болмай сопло жұмысының есептеу тәртібін қамтамасыз етуі тиіс.

Шаң сымдарының, арматуралар материалдары мен будын тарату изоляциясы бу сымдарындағы жылдамдық «Бу сымдарын пайдаланудың техникалық ережелеріне» сәйкес келулері тиіс.

3.1 – кесте- ЖШШ жүйесінің есептеу параметрлері мен негізгі нормативтер

Параметрлердің атауы	Өлшемділігі	Белгілеу	Нормативтік мәндер	БКЗ-75-39Ф Текелі ЖЭО - 2 ПОЖП қазандығы бойынша есептік мәндері
1	2	3	4	5
Эжекторға жұмсалатын шаңның шығыны	т/с	B_{Π}	5-10	2,6
Эжектор сопласындағы будың қысымы	кГс/см ²	P_0	8-12/1/ 10-15/7/	10
Шаң мен газ қоспалаушыларынан ажырауы (ЖШШ шаң сымына кіретін ауа)	кГс/м ²	$P_{ст}$	150-50	150
Шаң сымы кедергісі	кГс/м ²	$H_{\Pi\Pi\Pi}$	600-750	33,37
Шаң сымы кедергісінің суммарлық коэффициенті	-	ζ	1 ÷ 2,5	3
Шаң сымының ұзындығы	М	l	50-ден кем емес	10
Шаң сымындағы шаң ауасы қоспасының жылдамдылығы	м/с	ω	6-10	4,75
ЖШШ концентрациясы	кг/кг	μ	20-50	50
ЖШШ шаң сымының диаметрі [9]	Мм	D	64-70 71-89 90-96	$B_{\Pi}=2-5\text{т/сағ}$ $5-10\text{т/сағ}$ $10-15\text{т/сағ}$
ЖШШ ылғалдылығы [7]	%		12 % кем емес	

3.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
Газ және ЖШШ қоспасының температурасы (ауаның) [7]	$^{\circ}\text{C}$	Тас көмірі үшін 80 % кем емес және қоныр көмір үшін 90 % кем емес		
Эжектор диффузорының ашылуы [7]	бұрыштары	$\alpha_{\partial\partial}$	6 [7]	6
Лаваль соплосы белағашының және эжектордың қоспа камерасының ауытқуы	бұрыш	-	1 кем емес [7]	
ЖШШ шаң сымы жергілікті иілгіш радиустарының үздіксіз бейімінің болуы тиіс [7]	м	R	1 кем емес	
Түйісу ұштарының радиусы	M	R	кіші диаметрден кем емес	

Эжектор жанарғысы соплосына түсетін будың қысымы мен температурасы үнемі тұрақты түрде қолдау тауып, қазандықтың тәртібімен байланысты болмай сопло жұмысының есептеу тәртібін қамтамасыз етуі тиіс.

Шаң сымдарының, арматуралар материалдары мен будын тарату изоляциясы бу сымдарындағы жылдамдық «Бу сымдарын пайдаланудың техникалық ережелеріне» сәйкес келулері тиіс.

Сонымен қатар ЖШШ жүйесі эжекторларының бумен қамтамасыз етілуі бойынша әзірленген [20-22] сызбасының негізгі жұмыс ортасы ретінде турбинада жарым-жартылай өндірілген бу болып табылады және оның резерві болып жалпы станциялық магистральда жинақталған бу болып табылады.

Сондықтан да дроссельды-реттеуші (изоэнтальды) клапаннан кейін өлшеуші шайба мен 34 құлпы арқылы ЖШШ эжекторының бөлу қимасына түседі (1.4-сурет). Эжекторлардың алдында вентиляторлық құлыптар орнатылған және буды бөлудегі төменгі нүктелеріне дренаждық вентильдер орналастырылған.

Ал енді буды бөлу қималарында қайта клапандарды қондыруда жалпы станциялық магистралынан турбиналарға будың түсуіне жол бермеу қажет және керісінше сызба жұмысын екі қайнар көз арқылы қарастырылады.

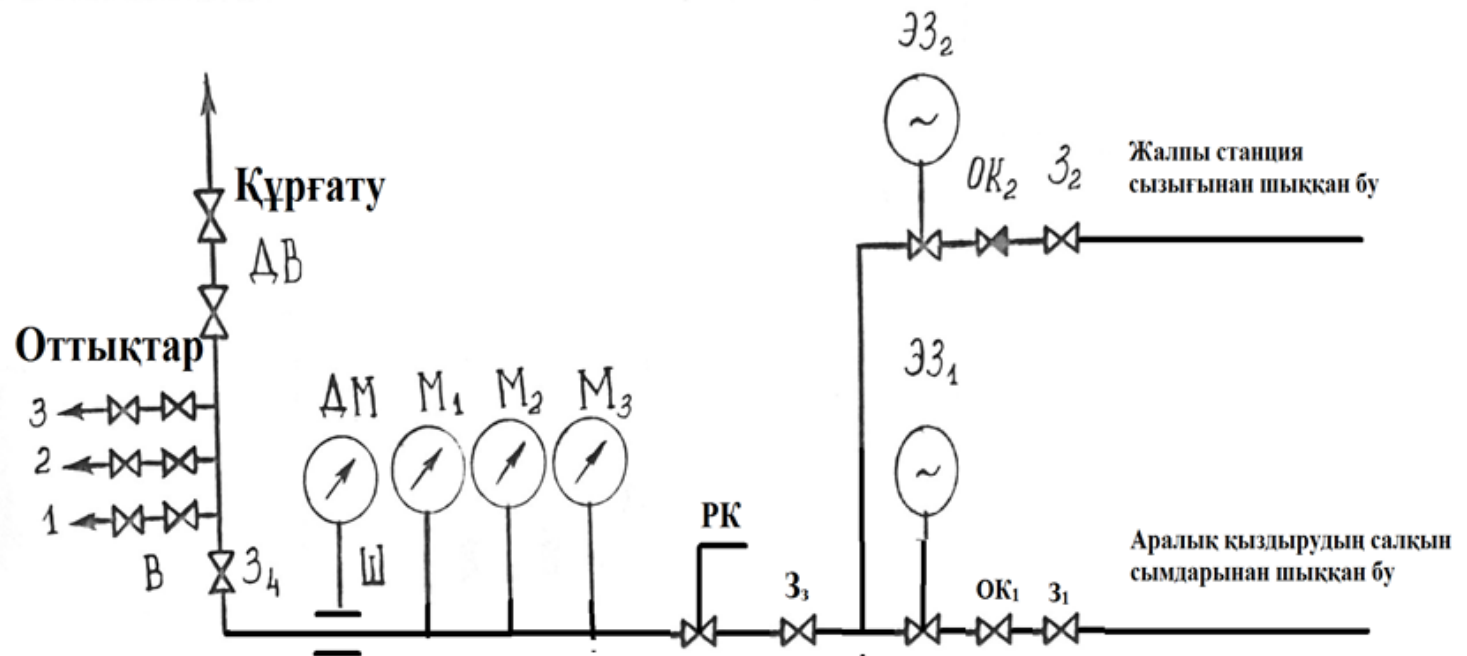
№1 жанасқан манометрінің типі қазандық сызбасында бу қысымының индикациялау үшін орнатылған. М2 манометр блокті тосқауыл (оперативті прибор) көрсеткіштерін дистанционды түрде беруге арналған.

Сондай-ақ, М3 манометрінен берілетін сигнал (САР) сызбаны автоматты реттеу үшін арналып, эжекторлар алдындағы тұрақты қысымды қолдау мақсатында жасалады.

Ал енді САР-тың орындаушы тетігі ретінде редукциялық-реттеуші (РРК) клапан болып табылады. САР реттеушісі ретінде РПИБ реттеуші блогы болып табылады және оны блокты тосқауылдың қабырғасына орнатылады. Реттеуші блог РРК үшін импульстар жасап, оның ауытқуы барысында берілген бу қысымы әсер етеді. САР-тың тапсырмаларын өлшеу үшін сызбада тапсырушы қарастырылған және ол қазандықты басқарушы машинистін пультіне орнатылған.

Бу сызбасын бу қысымының төмендеуінен қорғау екі шек арқылы қарастырылады, яғни «бірінші шектен» қысымының төмендеуі М1 жанасқан манометрінен ЭЗ₂ резервті буының ашылуына импульстар жеткізіледі. Ал енді М2 дистанционды манометрі мен екінші прибордың қысымының төмендеуін қолдау үшін және «екінші шекке» қол жеткізуде барлық шаң көректендірушілеріне импульс жолданады. Міне, осындай қорғаулардың жұмыс жасауы сәйкесінше түсті таблоларды жандырумен және дыбысты дабылдарды сүйемелдеумен жалғасады.

ДМ өлшеуші шайбасы ЖШШ жүйесіндегі булардың шығын көрсеткіштерін жазуға және тіркеу үшін қолданылады, себебі сол арқылы энергоблоктағы жылу балансы ескерілетін болады.



3i- ысырмалар, i-1,2,3,4; ЭЗ1, ЭЗ2- электрлік ысырмалар; ОК1, ОК2- кері қақпақшалар; РК- реттегіш қақпақшалар; М1, М2, М3 - қысымөлшерлер; Ш- шығысөлшер тығырық; ДМ - Шақкылық қысымөлшер; В- жапқыш вентиль; ДВ- құрғату вентилі

3.2 – сурет- ЖЭС-2, БКЗ-75-39Ф қазанының ЖШШ-сында будың бөліну сұлбасы

3.3 БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығындағы ПОЖП эскизді жобасын әзірлеу және геометриялық сипаттамасы мен шығын есептері

НФУ БКЗ-75-39Ф қазанығының турбулентті ГТ-6 штаттық оттығынан ауаның көлемдік шығындары келесідей 1.1кестені қараңыз /5/:

$$Q_{\Sigma} = \alpha_T B_{II} V^0 = 1,2 \cdot 0,78 \text{ кг} / \text{с} \cdot 5,58 \text{ м}^3 / \text{кг} = 5,22, \frac{\text{Нм}^3}{\text{с}} \quad (3.18)$$

Шығын жылдамдықтары мен бірінші және екінші ауаның НФУ ауаның көлемдік шығындарымен және ПОЖП шығу температурасы (345 °C):

$$\omega_1 = \frac{4Q_1}{\pi D_1^2} = \frac{4 \cdot 0,15 \cdot 5,22}{\pi \cdot 0,255^2} = 15,3, \text{ м} / \text{с} ;$$

$$\omega_{1\text{ГТ-6}}^{90^{\circ}\text{C}} = \omega_1 \cdot \frac{T_1}{T_0} = 15,3 \cdot \frac{363}{273} = 20,4, \text{ м} / \text{с}$$

$$\omega_{1\text{ПГСНГ}}^{345^{\circ}\text{C}} = 15,3 \cdot \frac{618}{273} = 34,7, \text{ м} / \text{с};$$

$$\omega_2^{345^{\circ}\text{C}} = \frac{4 \cdot Q_2}{\pi (D_H^2 - D_B^2)} = \frac{4 \cdot 0,85 \cdot 5,22}{\pi \cdot (0,75^2 - 0,285^2)} = 11,4, \text{ м} / \text{с}$$

$$Q_{1\text{ПГСНГ}}^{345^{\circ}\text{C}} = 0,15 \cdot 5,22 \cdot \frac{618}{273} = 1,77, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} ;$$

$$Q_2^{345^{\circ}\text{C}} = 0,85 \cdot 5,22 \cdot \frac{618}{273} = 10,04, \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$Q_{\Sigma}^{345^{\circ}\text{C}} = 11,81, \text{ м}^3 / \text{с}$$

ПОЖП ауасының екі тасқынды цилиндрлерінің сыртқы диаметрлерін анықтау келесідей ($t_B=345^{\circ}\text{C}$):

$$Q_{2\text{ПГСНГ}}^{345^{\circ}\text{C}} = \omega_1^{345^{\circ}\text{C}} \frac{\pi}{4} \cdot (D_H^2 - D_{2H}^2);$$

$$D_{2H} = (D_H^2 - \frac{4Q_{2\text{ПГСНГ}}^{345^{\circ}\text{C}}}{\pi \omega_1^{345^{\circ}\text{C}}})^{0,5} = (0,75^2 - \frac{4 \cdot 10,04}{\pi \cdot 34,7})^{0,5} = 0,440 \text{ м}; \quad (3.19)$$

$$D_{1H} = ((0,44 - 0,02)^2 - \frac{4 \cdot 1,77}{\pi \cdot 34,7})^{0,5} = 0,255 \text{ м} \quad (3.20)$$

Ал енді орталық трубаның сыртқы диаметрін барлық ауаның бір тасқында беру кезінде температурасы $t_b=345^{\circ}\text{C}$ ПОЖП айналмалы канал арқылы осындай жылдамдықты көрсетеді:

$$D_{HCT} = (D_H^2 - \frac{4 \cdot Q_{\Sigma}^{345^{\circ}\text{C}}}{\pi \omega_1^{345^{\circ}\text{C}}})^{0,5} = (0,75^2 - \frac{4 \cdot 11,81}{\pi \cdot 34,7})^{0,5} = 0,360 \text{ м} \quad (3.21)$$

3.4 ГТ-6 және ПОЖП шиыршығы параметрлерінің мәндерін салыстыру және есептеу

ГТ-6 екінші ағының параметрі [12]

$$n_2^{yl} = \frac{\pi A D_{\vartheta}}{B l} = \frac{\pi \cdot 0,625 \cdot (0,75^2 - 0,285^2)^{0,5}}{0,45 \cdot 0,58} = 5,2 \quad (3.22)$$

мұндағы, $A=0,625$ м- жанарғының бойлық белағашынан патрубқаға ейінгі арақашық, м;

$\vartheta = 0,45$ және $l = 0,58 \text{ м}$ - патрубканың ұзындығы мен ені, м;

$D_{\vartheta} = (D_H^2 - D_B^2)^{0,5}$, D_H, D_{2H} - эквиваленті, сыртқы және ішкі айналмалы канал.

ГТ-6 шиыршығының параметрі $\alpha_1 = 0,15$ пен $\alpha_2 = 0,85$ ПОЖП үшін берілгені [12]:

$$n_{ГТ-6}^{yl} = \frac{n_2 (\omega_2^{345^{\circ}\text{C}})^2 \rho_2^{345^{\circ}\text{C}} D_{\vartheta 2} F_2 + (n_1 = 0)}{(\omega_2^{345^{\circ}\text{C}})^2 \rho_2^{345^{\circ}\text{C}} (D_{\vartheta} = D_H) F_2 + \rho_1^{90^{\circ}\text{C}} (\omega_1^{90^{\circ}\text{C}})^2 (D_{\vartheta} = D_H) F_1} \quad (3.23)$$

$$\begin{aligned} n_{ГТ-6}^{\frac{1}{yl}} &= \frac{D_H}{n_2 D_{\vartheta 2}} \left[1 + \frac{D_1^2}{D_{\vartheta 2}^2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \left(\frac{\omega_1^{90^{\circ}\text{C}}}{\omega_2^{345^{\circ}\text{C}}} \right)^2 \right] = \\ &= \frac{0,75}{5,2(0,75^2 - 0,285^2)^{\frac{1}{2}}} \cdot \left[1 + \frac{0,255^2}{(0,75^2 - 0,285^2)} \cdot \frac{618}{363} \left(\frac{20,4}{11,4} \right)^2 \right] = 0,36; \end{aligned} \quad (3.24)$$

ПОЖП бір оттықты шиыршық параметрлері ұлулық жіберілуде, келесідей:

$$n_6^{yl} = \frac{\pi A D_{\vartheta 6}}{B \cdot l} = \frac{\pi \cdot 0,625 \cdot (0,75^2 - 0,36^2)^{0,5}}{0,45 \cdot 0,58} = 4,95; \quad (3.25)$$

$$\frac{1}{n_{\text{ПГСПГ}}^{\text{одн. Ул}}} = \frac{D_H}{n_{\text{г}} D_{\text{эв}}} \left[1 + \left(\frac{D_{\text{ЭКИ}}}{D_{\text{эв}}} \right)^2 \frac{\rho_{\text{ПГП}}}{\rho_{\text{г}}^{345^{\circ}\text{C}}} \left(\frac{\omega_{\text{ПГП}}}{\omega_{\text{г}}^{345^{\circ}\text{C}}} \right)^2 \right] =$$

$$= \frac{0,75}{4,95 \cdot 0,658} \cdot \left[1 + \left(\frac{0,064}{0,658} \right)^2 \cdot \frac{10,06}{0,571} \cdot \left(\frac{23,77}{34,7} \right)^2 \right] = 0,248; \quad (3.26)$$

Бу газ шаңның және ауаның тығызыдығының (2.10) қолданылуы, келесідей анықталды:

$$\rho_{\text{ПГП}} = \frac{G_{\text{ПГП}}}{Q_{\text{ПГП}}} = \frac{B_{\text{II}} + G_{\text{ГО}} + G_{\text{III}}}{Q_{\text{КС}}} =$$

$$= \frac{B_{\text{n}} \left(1 + \frac{1}{\mu} \right) + G_{\text{III}}}{Q_{\text{ПГП}}} = \frac{0,72 \cdot 1,02 + 0,0356}{0,0765} \cdot \frac{\text{кг} / \text{с}}{\text{м}^3 / \text{с}} = 10,06 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad (3.27)$$

$$\rho_{\text{г}}^{345^{\circ}\text{C}} = \rho_0 \cdot \frac{T_0}{T_{\text{г}}} = 1,293 \cdot \frac{273}{618} = 0,571, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (3.28)$$

Ал енді салыстырмалы талдау жасау үшін ПОЖПІ бір оттықты шиыршықтың ауасын есептеу параметрлерін анықтайық [12]:

$$n_{\text{г}}^{\text{II}} = \frac{2\pi R_z D_{\text{э}}}{\varepsilon Z_{\text{Л}} (D_{\text{H}} - D_{\text{г}})} \cdot \text{tg} \beta = \frac{2\pi D_{\text{э}} (0,125 (D_{\text{H}}^2 + D_{\text{B}}^2))^{0,5} \text{tg} \beta}{\pi (D_{\text{H}} + D_{\text{B}}) / 2 - \delta Z_{\text{Л}} \cdot (D_{\text{H}} - D_{\text{B}})} =$$

$$= \frac{2\pi \cdot 0,658 \cdot (0,125 \cdot (0,75^2 + 0,36^2))^{0,5} \text{tg} 30^{\circ}}{(\pi (0,75 + 0,36) / 2 - 0,005 \cdot 10) \cdot (0,75 - 0,36)} = 1,06; \quad (3.29)$$

(3.10) сәйкес келесі анықтаймыз, яғни $n_{\text{ПГСПГ}}^{\text{II}} = 0,87; 1,18$ $z_{\text{Л}}=10$ немесе 100 тіркеуінде сәйкесінше болады. Егері біз шиыршықтардың мәндерін 1,73 және 2,06 есе өзгертсек, әрине олар сәйкесінше $\beta = 45$ және 50° тең болады. Алайда, мұндай бұрыштарда жанарғының гидравликалық кедергісі көбейіп, күрекшелердің тозығы жетеді. (2.13)-те $R_z = 0,125 \cdot (D_{\text{H}}^2 + D_{\text{B}}^2)^{0,5}$ - күрекшелердің арасындағы ағындар жылдамдығы тең әрекетте болады:

$\varepsilon = \pi \cdot (D_{\text{H}} + D_0) / 2 \cdot Z_{\text{Л}} - \delta$ регистрдің кіру кезіндегі қимасының орташа күрекшелер жылдамдығын көрсетеді

δ - күрекшелер қалыңдығы.

3.5 ПОЖПІ ауасындағы екі тасқынды шиыршық параметрлерін есептеу

Сыртқы ауа ағыны иірімдерінің параметрлері:

$$n_{BH}^{Y_L} = \frac{\pi A D_{\text{э}}}{B \cdot l} = \frac{\pi \cdot 0,625 \cdot (0,75^2 - 0,44^2)^{0,5}}{0,45 \cdot 0,58} = 4,57 \quad (3.30)$$

Ішкі ауа ағыны иірімдерінің параметрлері:

$$n_{BH}^{Y_L} = \frac{\pi A D_{\text{э}}}{B \cdot l} = \frac{\pi \cdot 0,34 \cdot (0,42^2 - 0,255^2)^{0,5}}{0,2 \cdot 0,2} = 8,5 \quad (3.31)$$

мұндағы, $A=0,34$ және $l=0,2\text{м}$ сыртқы және ішкі айналмалы каналдың есептік параметрлерін ескере отырып, таңдалды.

ПОЖПІ ауасының екі оттықты шиыршықты оттықтарының параметрлері:

$$\begin{aligned} n_{ПГСПГ}^{2Y_L} &= \frac{(\omega_2^{345^{\circ\text{C}}})^2 \cdot \rho_B^{345^{\circ\text{C}}} \cdot [n_{BH}^{Y_L} \cdot D_{\text{эBH}}^3 + n_{BB}^{Y_L} D_{\text{эBB}}^3 + 0 + 0]}{(D_{\text{э}} = D_H) \cdot \rho_B^{345^{\circ\text{C}}} \cdot (\omega_2^{345^{\circ\text{C}}})^2 \cdot [D_{\text{эBH}}^2 + D_{\text{эBB}}^2 + 0 + \frac{\rho_{ПГГ}}{\rho_B^{345^{\circ\text{C}}}} \cdot (D_{\text{ПГП}}^2 \cdot (\frac{\omega_{ПГП}}{\omega_2^{345^{\circ\text{C}}}})^2)]} = \\ &= \frac{4,57 \cdot (0,75^2 - 0,44^2)^{1,5} + 8,9 \cdot (0,42^2 - 0,255^2)^{1,5}}{0,75 \cdot [(0,75^2 - 0,44^2) + (0,42^2 - 0,255^2) + \frac{10,06}{0,571} \cdot 0,064^2 \cdot (\frac{23,77}{34,7})^2]} = 3,51 \end{aligned} \quad (3.32)$$

ПОЖПІ ауасының екі оттықты күректі шиыршықтың сыртқы және ішкі ауа ағындарының параметрлері:

$$n_{BH}^{2,Л} = \frac{2\pi \cdot (0,75^4 + 0,44^4)^{0,5} \cdot 0,125^{0,5} \cdot \text{tg}30^0}{(\pi(0,75 + 0,44)/2 - 0,005 \cdot 40) \cdot (0,75 - 0,4)} = 1,31; \quad (3.33)$$

$$n_{BB}^{2,Л} = \frac{2\pi \cdot (0,42^4 - 0,255^4)^{0,5} \cdot 0,125^{0,5} \cdot \text{tg}30^0}{(\pi(0,42 + 0,255)/2 - 0,05 \cdot 40) \cdot (0,42 - 0,255)} = 1,48 \quad (3.34)$$

(3.17) және (2.18) тура осындай (2.14) және (2.15) деректерімен салыстыра отырып, байқағанымыз ұйымдастырудың күрекшелер нұсқасы, бір және екі оттықты күректі шиыршықтар ауасын ПОЖПІ енгізуде шиыршық мәндерінің анағұрлым төмендігін көрсетеді. Өз кезегінде ПОЖПІ бір-екі оттықты күрекшелер шиыршығының ауасын енгізу БКЗ-75-39Ф қазандығының ГТ-6 штаттық шиыршық параметрлерінің мәнін жоғарлатады және келесідей түрде қарастырылады:

$$n_B^{Y_L} / n_{ГТ-6}^{Y_L} = 4,03 / 2,77 = 1,45$$

және

$$n_{ПГСПГ}^{2Y_L} / n_{ГТ-6}^{Y_L} = 3,51 / 2,77 = 1,27 \text{ раза} \quad (3.35)$$

Осыған қарамастан және жоғары ПОЖПІ ауасы нұсқасының бір оттығының сындарлы жайшылықты бірінші оттығы, сондай-ақ көп уақыт ЖШШ көмірінің пиролизіне жұмсалады бұл жағдайда (орталық трубаның диаметрі үлкен) ПОЖПІ ауасының нұсқалығына қанағаттандырады, егері әрине бұл жанармайдың ұшпа заттарын жануын қанағаттандыратын болса.

Бұл мәселелер бұдан әрі талданатын болады, себебі бұл жерде біз ұшпалар тұтанған жағдайда олардың қаншалықты бірінші оттықта жанып, шиыршықтың жоғары көрсеткішін білдіретінің (3.15), алаудың бастапқы жоғары температуралы зонасын құрап, коксті бөлшектердің жануына қажеттік жасайды және алаудың діңгегіндегі кокстық бөлшектердің интенсивті жануы үшін екінші ауаның жіберілуіне ешқандай кедергі тудырмайды.

ГТ-6 алау аэродинамикасы мен ПОЖПІ есептеу. ГТ-6 және ПОЖПІ алауының тереңдікке енуін келесі (3.13, 3.14) формулалар арқылы анықтаймыз:

$$\frac{h}{a_T} = H \cdot \frac{D_H}{a_T} \cdot \left(\frac{\rho_C \omega_C^2}{\Delta P_0} \right)^{0.5} \quad (3.36)$$

мұндағы, $a_T = 7$ м – оттықтың тереңдігі;

$D_H = 0,75$ м - алаудың алғашқы сыртқы диаметрі;

Ал енді БКЗ-75-39Ф қазандығындағы оттық алауаның фронтльды орналасуы салыстырмалы ($\delta = e_T / 3 \cdot D_H = 6 / 3 \cdot 0,75 = 2 \cdot 4 / 3 = 8 / 3$) мәндерін В.Ивановтың деректері бойынша көрсетуге болады:

$$H = 1,47 + 0,03 \cdot \delta = 1,55 \quad (3.37)$$

Тығыздықтың бастапқы мәндері мен алаудың ағысының жылдамдығы келесіей анықталады:

$$\rho_C = \frac{G_C}{Q_C} \cdot \frac{\rho_0 \cdot Q_\Sigma + B_{II}}{Q_1 \cdot \frac{T_1}{T_0} + \frac{B_{II}}{\rho_{II}} + Q_2 \cdot \frac{T_2}{T_0}} = \frac{1,293 \cdot 5,22 + 0,72}{0,15 \cdot 5,22 \cdot \frac{363}{273} + 0,85 \cdot 5,22 \cdot \frac{618}{273}} = 0,674, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (3.38)$$

$$\omega_C = \frac{4 \cdot Q_C}{\pi D_H^2} = \frac{4 \cdot 11,1}{\pi \cdot 0,75^2} = 25,1, \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (3.39)$$

Сондықтан да жанудың негізгі процестері алауың бастапқы аймағында болады және алау ағысының оттыққа енгізу тығыздығының мөлшері бағаланды:

$$\Delta P_0 = \Delta P h_T + \rho g h_T = 3 \cdot 9,81 + 1,293 \cdot \frac{273}{1800} \cdot 9,81 = 10,8 = 50 \text{ Па} \quad (3.40)$$

мұндағы, $\Delta P_{hT} = 3_{мм}$ - оттықтың бөлінудегі жоғарғысы;
 $h_T = 10,8_{м}$ - оттықтың газ ағашының биіктігі;

ГТ-6 және ПОЖПІ алауларының тереңдіктерінің мәнін (3.22)-(3.24) нәтижелерін қоя отырып, анықтаймыз:

$$\frac{h}{a_T} = 1,55 \frac{0,75}{7} \cdot \left(\frac{0,674 \cdot 25,1^2}{50} \right)^{0,5} = 0,48 \quad (3.41)$$

Тура осындай жағдай алаудың калибрінде де

$$\frac{h}{D_H} = \frac{h}{a_T} \cdot \frac{a_T}{D_H} = 0,48 \cdot \frac{7}{0,75} = 4,48 \quad (3.42)$$

3.6 ГТ-6 және ПОЖПІ алау траекторияларын есептеу

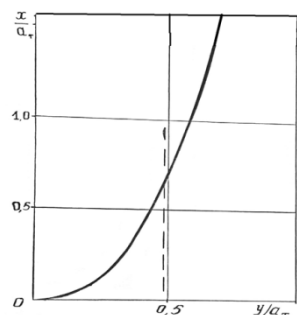
ГТ-6 және ПОЖПІ алауларының жалпы траекториясын ағыс траекториясының теңдеуі арқылы шешеміз, ол өз кезегінде апару нормаларымен ұштасып, келесідей болып қалыптасады:

$$\begin{aligned} \frac{x}{a_T} &= \frac{1,1 \Delta P_0}{\rho_C \cdot \omega_C^2} \cdot \frac{D_H}{a_T} \cdot \left(\frac{y}{a_T} \right)^{2,5} \cdot \left(\frac{a_T}{D_H} \right)^{2,5} = 1,1 \cdot \frac{\Delta P_0}{\rho_C \omega_C^2} \cdot \left(\frac{a_T}{D_H} \right)^{1,5} \cdot \left(\frac{y}{a_T} \right)^{2,5} = \\ &= 1,1 \cdot \frac{50}{0,674 \cdot 25,1^2} \cdot \left(\frac{7}{0,75} \right)^{1,5} \cdot \left(\frac{y}{a_T} \right)^{2,5} = 3,7 \cdot \left(\frac{y}{a_T} \right)^{2,5} \end{aligned} \quad (3.43)$$

ГТ-6 және ПОЖПІ алауларының траекториясын есептеу нәтижелері 3.2 - кестеде келтірілген.

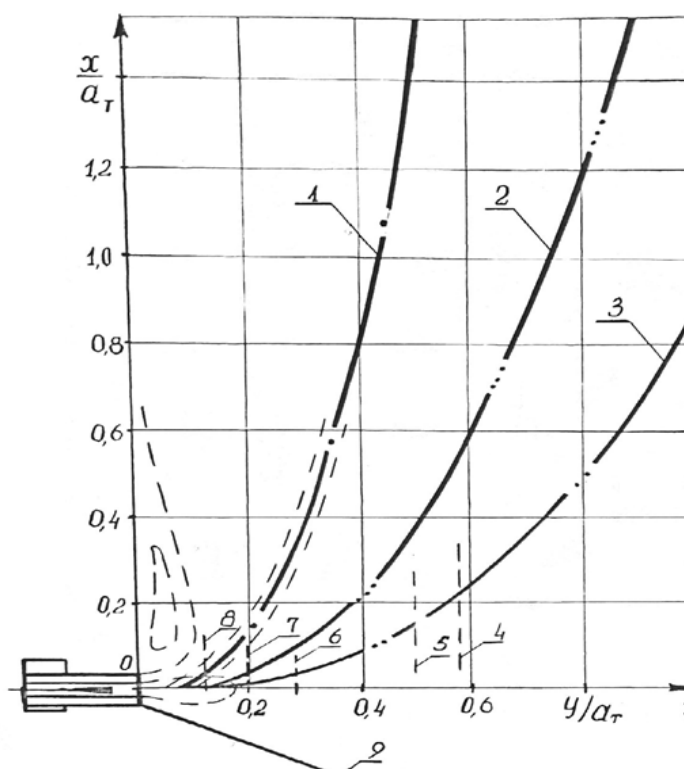
3.2 кесте- ГТ-6 және ПОЖПІ алаулар траекториясының координаталары. X-оттық биіктігінің бағыты, у-оттық тереңдігінің бағыты, $a_T = 7_{м}$ оттық тереңдігі, $D_H = 0,75_{м}$ жанарғы амбразурасының диаметрі

$\frac{y}{a_T}$	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,57	0,65	0,71
$\frac{x}{a_T}$	0,04	0,11	0,22	0,38	0,61	0,89	1,24	1,54
$\frac{y}{D_H}$	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
$\frac{x}{D_H}$	0,014	0,039	0,080	0,140	0,220	0,324	0,453	0,607



1 – ПОЖПІ және ГТ-6 алауының жолсызығы; 2 – ПОЖПІ және ГТ – 6 алауының ену тереңдігі

3.3 – сурет- Ену тереңдігі мен ГТ-6 алауының жолсызығы және Текелі ЖЭО-2-нің ПОЖПІ

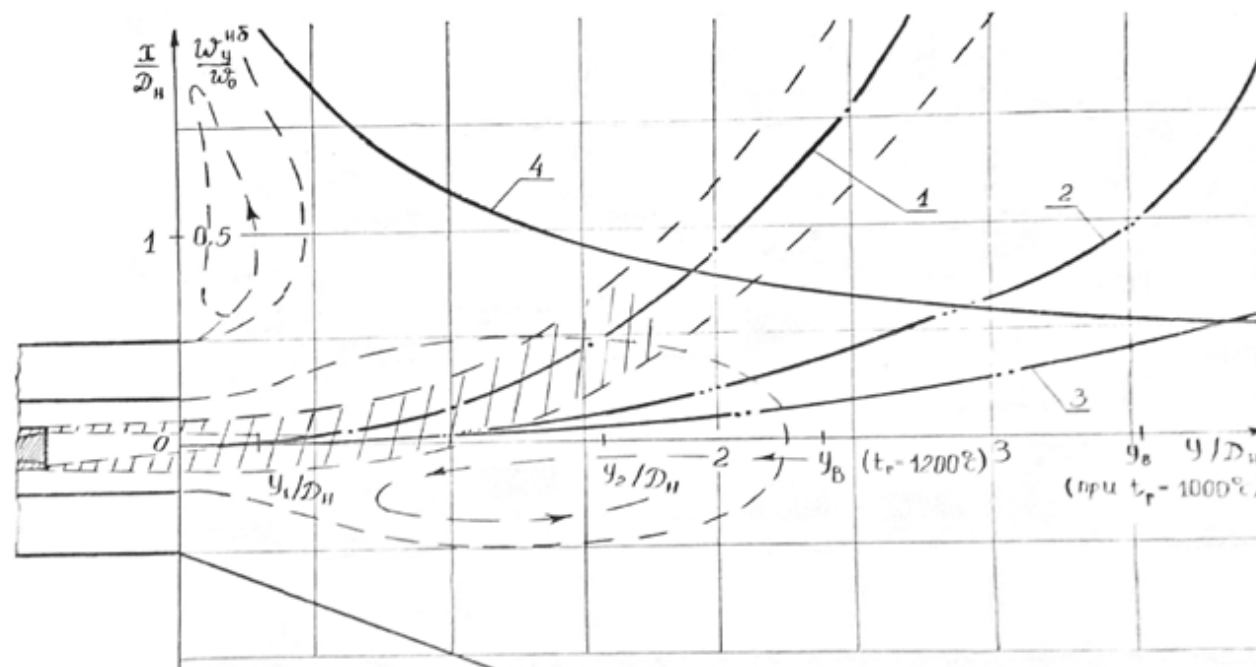


1- $\omega_{\text{ПГП}} = 23,77 \text{ м/с}$ және $d_{\text{э}} = 64 \text{ мм}$; кезінде; 2- бу газдық тозаңның аумағы; $\omega_{\text{ПГП}} = 69,27 \text{ м/с}$; $d_{\text{э}} = 37,5 \text{ мм}$; 3-ауалық ағынша және бу газдық тозаңның аумағы; $\omega_{\text{ПГП}} = 141,7 \text{ м/с}$; $d_{\text{э}} = 26,2 \text{ мм}$; 4-8-ПОЖПІ және ГТ-6 алауларының ену тереңдігі; бу газдық тозаңның $\omega_{\text{ПГС}} = 141,7; 69,27$ және $23,77 \text{ м/с}$ -мен бірге ағыншасы; 9-ауалық ағыншаның сыртқы шекарасы

3.4 – сурет- Текелі ЖЭО-2 БКЗ-75-39Ф қазанының ПОЖПІ алауының түзгісізығы

Зиян газдардың (NO_x , CO , SO_x) қалдықтарын атмосфераға тастау бойынша заманауи жағдайы бойынша талдау жасалды. Мұнда басты назар NO_x қалдықтарын төмендету мәселелеріне ерекше назар аударылды.

Қазақстандағы энергетикалық қазандықтар үшін негізгі энергетикалық отын ретінде Екібастұз, Борлинск және Қарағанды кең орындарының тас көмірлері болып табылады. Сонымен бірге құйынды алау мен N_2 пайда болатын NO_x қайта қалпына келтіру жағдайларының құрылымдары қарастырылды.



1, 2 - бу газдық тозаңның ағынша жолсызығы $W_{ПП}=69,27$ м/с және $W_{ПП}=23,77$ м/с; 3 – ауалық ағынша жолсызығы және бу газдық тозаң ағыншасы $W_{ПП}=141,7$ м/с; 4 – бұралған ауалық ағыншаның жоғары жылдамдығының кескіні ($n=3,01$); y_B – алаудың барлық маңызын Шұбаркөл көмірінің ұшпаларының тұтану ыстықтығына дейін ағындық қыздырудың шартындағы, алауды тұтандыру аймағының ұзындығы ($V_1=42,24$ %); y_2/D_H – көмір тозаңының пиролиз аумағының ұзындығы ($t=0,045$ с), $t_2>t_0$.

3.5- сурет- Текелі ЖЭО-2 БКЗ-75-39Ф қазанының ПОЖПІ ернеуіндегі алауының қозғалыс кейпі

Айнымалы ауа ағысының траекториясын және ПОЖПІ бу газ шаңның ағысын есептеуді (3.27) арқылы орындаймыз, ол [23-24] (3.2 - кестеде және 3.2 – суретінде) қарастырылған:

$$\frac{x_{BC}}{D_H} = \frac{1,1\Delta P_0}{\rho_{BC}\omega_{BC}^2} \cdot \left(\frac{D_H}{D_{ЭВ}}\right)^{1,5} \cdot \left(\frac{y_{BC}}{D_H}\right)^{2,5} = \frac{1,1 \cdot 50}{0,571 \cdot 34,7^2} \cdot \left(\frac{0,75}{0,75^2 - 0,36^2}\right)^{1,5} \cdot \left(\frac{y_{BC}}{D_H}\right)^{2,5} = 0,097 \cdot \left(\frac{y_{BC}}{D_H}\right)^{2,5} \quad (3.44)$$

Бір оттықты ауа ағысы үшін:

$$\frac{x_{ПП}}{D_H} = \frac{1,1\Delta P_0}{\rho_{ПП}\omega_{ПП}^2} \cdot \left(\frac{D_H}{D_{ПП}^Э}\right)^{1,5} \cdot \left(\frac{y_{ПП}}{D_H}\right)^{2,5} = \frac{1,1 \cdot 50}{10,06 \cdot 23,77^2} \cdot \left(\frac{0,75}{0,064}\right)^{1,5} \cdot \left(\frac{y_{ПП}}{D_H}\right)^{2,5} = 0,39 \cdot \left(\frac{y_{ПП}}{D_H}\right)^{2,5} \quad (3.45)$$

Бу газ шаңның ағысы үшін:

$$\frac{x_{2П}}{D} = \frac{1,1\Delta P_0}{\rho_B\omega_B^2} \cdot \left(\frac{D_H}{D_{Э2П}}\right)^{1,5} \cdot \left(\frac{y_{2П}}{D_H}\right)^{2,5} = \frac{1,1 \cdot 50}{0,571 \cdot 34,7^2} \cdot \left(\frac{0,75}{0,705}\right)^{1,5} \cdot \left(\frac{y_{2П}}{D_H}\right)^{2,5} = 0,088 \cdot \left(\frac{y_{2П}}{D_H}\right)^{2,5} \quad (3.46)$$

3.3 – кесте. $D_{ЭВ}=(0,75^2-0,36^2)^{0,5}=0,658\text{м}$ айнымалы ауа ағысының траекториялық координатасы, бу газ шаңның ағысы $D_{ПП}^Э=0,064\text{м}$ және екі оттықты $D_{Э2П}=(0,75^2-0,255^2)^{0,5}=0,705\text{м}$ ауа ағыны (х,у - оттық тереңдігі мен жоғарғы бағыты, $D_H=0,75\text{м}$ жанарудың сыртқы диаметрі)

$\frac{x_{BC,ПП}}{D_H}$	0,06	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
$\frac{y_{BC}}{D_H}$	0,82	1,19	1,57	1,85	2,07	2,26	2,44	2,59	2,73
$\frac{y_{ПП}}{D_H}$	0,47	0,68	0,90	1,06	1,19	1,30	1,40	1,49	1,57
$\frac{y_{2П}}{D_H}$	0,86	1,24	1,64	1,92	2,16	2,36	2,54	2,70	2,85

ҚОРЫТЫНДЫ

Зиян газдардың (NO_x , CO , SO_x) қалдықтарын атмосфераға тастау бойынша заманауи жағдайы бойынша талдау жасалды. Мұнда басты назар NO_x қалдықтарын төмендету мәселелеріне ерекше назар аударылды.

Қазақстандағы энергетикалық қазандықтар үшін негізгі энергетикалық отын ретінде Екібастұз, Борлинск және Қарағанды кең орындарының тас көмірлері болып табылады. Сонымен бірге құйынды алау мен N_2 пайда болатын NO_x қайта қалпына келтіру жағдайларының құрылымдары қарастырылды. Сонымен NO_x пайда болуына ерекше әсер еткен негізгі жағдайлар келесі болып табылады: ауаның артығы мен алаудың бастапқы учаскесінде қайта орнына келтіретін газдардың болуы, қазандықтың белгі жағдайы, қолданылып отырған жағу сызбасы мен құйынды оттықтар қондырғылары болып табылады. NO_x шығу деңгейін төмендету бойынша іс-шаралар белгі процесінің экономикалық тиімділігін жоғарлатуға әсер етеді.

Стехиометриялық жағуды режимдік және оттықтың конструктивтік параметрлері арқылы жағу кезінде NO_x шығу деңгейін 20...25% төмендетуге болады. Жағу технологиясы есебінен NO_x 50...70 % төмендету мүмкіндігі бар.

Анықталғандай, қолданылып келе жатқан жағу сызбасы әрбір нақты жағдайда алаудың бастапқы учаскесінде және белгі экрандарының қышқылдандыру ортасында оны қайта орнына келтіруі қажет және қазандық көлеміндегі заттардың толық жануына жағдай жасауы тиіс.

Жұмыс режимдері мен құйынды оттықтардың конструкциясы интенсивті ауысыуын, тұрақты жануын (мазут алауының жарықтандырмай) қамтамасыз етуі, алаудың горизонталды учаскесінде оттын толық жануы (90...95 %), соңғысының қайта орнына келуі, яғни жарым-жарты көмір шаңның газификациялау болып табылады.

Қазандықтардағы белгілердің жану экрандарын қалпына келтіру және қышқылдану ортасын құру мақсатында қабырға жағдайында (құйынды оттықтар немесе тесік оттықтарды тангенциальды түрде қалпына келтіру) негізгі оттықтардың төменгі орналасуын перспективалық тұрғыдан соплға үштік үрлеу арқылы беру.

Оттық жұмыстарын есепті жылдамдық режимді қамтамасыз ету (жағу кезінде ауаны соруды төмендету және газ тракті), төменгі үштік үрлеудың болуы және оттықтарды қолдану арқылы ауа артықшылығы болған жағдайда тұрақты жануды қамтамасыз ету және ол стехиометриялық тұрғыдан тмен болуы экономикалық және экологиялық жағу процесінің тиімділігін арттырады.

1) Жоғары концентрациялы көмір шаңын беру пайдалунудың негізінде (ЖШШ, 50 кг/кг) және қажетті аэродинамиканы, жылуды қолдануды ұйымдастырумен ұшпа заттардың жануының жылу режимін сақтаудағы азот тотығының пайда болуын көмір шаңның пиролизі арқылы басу жанарғы құралдарындағының шыға берісіндегі оттық камерасымен тығыз байланысты болып отыр.

2) Пиролизді жанарғының бір оттықты ауаның эскиздік жобасын әзірлеу жанарғы процестерінің өзгеруімен ұштастырып, Шұбаркөл көмірін БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығында жағуға бейімдеу. Орталық трубаның сыртқы диаметрі 360 мм; 0 және 345⁰С температурасы ауаның 15,3 және 34,7 м/с біту жылдамдығымен ПОЖПІ ағынның шиыршықтағы мәнін көрсетіп, оны 4 теңестіріп, ол өз кезегінде ГТ-6 штаттық мәні 1,45 есе жоғарлайды. (865⁰С) температурасы мен (0,07 с) уақытының мәндері көмір шаңы пиролизінің соңын көрсетіп, шұбаркөл көмірінің ұшпаларының қажетті мәнде жануы 1,4 және 1,2 есе сәйкесінше тұтануы болып табылады.

3) ПОЖПІ-ның ауадағы екі оттығының аталған қазандыққа арналған басқа эскизді нұсқасы әзірленді (ішкі 440 және 255 мм цилиндрлерінің сыртқы диаметрі). (3.51) шиыршығы параметрлерінің мәні тек 1,27 рет ГТ-6 штаттық деректерінен жоғары, өйткені оның жылу тәртібіндегі сипаттамасы ПОЖПІ нұсқасынағы бір оттықты ауаға салыстырғанда өте нашар болып отыр (температураның мәні (801 ⁰С) және (0,054 с) уақыты көмір шаңның пиролизін шұбаркөл көмірі ұшпаларының жану 1,3 және 1,9 есе қажетті мәннен жоғары).

Басқа параметрлер, сондай-ақ азот тотығының пайда болуын басу теориялық тұрғыдан аталған жағдайға тең және атомарлы азотты рекомбинациялау 4 есе болып, 95% молекулалық көлемде, қарастырылған ПОЖПІ-ның эскиздік нұсқаларымен сәйкес келіп отыр.

ПОЖПІ ауа нұсқасының екі оттығының ерекшелігі ол ішкі айналмалы каналға стехиометриялық шығындар ауа арқылы беріліп, оны толыққанды жоғары температура жағдайында шұбаркөл көмірі ұшпаларының шиыршықтың 8,9 тең параметрде жоғары болуын байқатады.

Жылдамдықтар ауаның шиыршықты бұралуы бу газ шаң ағынына бағыттайды. Соның нәтижесінде ұшпа заттарының айналуы бу газ шаңының ағынынан бөлініп, газдар айналуынан шығып, екінші ауаның температурасының жоғарлауына алып келеді.

Ең бастысы біздің ойымызша бұл бу газ шаңынан бөлініп шыққан ұшпа заттар және олардың екінші заттардан коксті көмір шаңының қалдығына қол жеткізуге кедергі болмайды.

4) Бу эжекторының ЖШШ көмір көлігінің оттықты камера үшін эскизді жобасы әзірленді. Бұдың толыққанды шығыны 10атм бастапқы қысымының 0,19% құрап, БКЗ-75-39Ф ТЖЭО - 2 қазандығының бу өнімділігін және 4,9% жанармайдың шығының көрсетеді. Бу эжекторының ерекшелігі ол оның жергілікті жағдайда орындауға мүмкіндік береді. ВВД болған жағдайда / ЖШШ көмірінің 350/кгс/м² қажетті мәндерді есептеу немесе ЖШШ жүйесін қысым арқылы қолдану. ЖШШ 250 кг/кг және /26,27/ жоғары болу үшін беру жүйесі игерілді. .

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Гладков В.П., Куновский Г.П., Рейнина С.З., Методика расчета системы пылепитания с высокой концентрацией пыли под разрежением //Системы и оборудование пылепитания паровых котлов //. Тр.ЦКТИ.2013.203.с. 21-28.
- 2 Опыт эксплуатации и исследованте системы пылеподачи с высокой концентрацией пыли, при сжигании АШ /Л.А. Кесова, Л.Л.Красноштан, Г.А.Довготелес и др. //Теплоэнергетика .2002.№3.с. 57-61.
- 3 Бабий В.И., Куваев 10.ф. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела.-М.: Энергоатомиздат, 1986.-208с.
- 4 Хмыров В.И., Зуйков В.Е., Панченко Т.Я. Выход оксидов азота при горении летучих, образующихся при пиролизе угля /Горелочные устройства энергетических котлов.-Алматы: КазНИИЭ, 1991,с.63-69.
- 5 Тепловые испытания котлов ЯРРОУ ст./ТЭЦ-1/ и БКЗ-75-39ф ст.№2 /ТЭЦ-2/ Текелийского энергокомбината ПОЭиЭ «Алматыэнерго» при сжигании угля Шубаркульского месторождения/С.С.Диамбеков.-Алматы: ИФ «Казтехэнерго», 1993.-42с.
- 6 Расчеты по котлоагрегату БКЗ-75-39-ФБ ТЭЦ №2 Текелийского с/ц комбината /станционные №1/. – Барнаул:БКЗ,1956.-68с.
- 7 Здановский В.Г., Кириченко А.Ф., Яхимович А.Г. Особенности эксплуатации схемы подачи пыли высокой концентрации под разрежением //Электрические станции. -1988.-№10,-с.22-25.
- 8 Горбис З.Р. Теплообмен и гидромеханика дисперсных сквозных потоков.-М.: Энергия ,1970.-424с.
- 9 Лузин П.М., Заболоцкий Ю.О., Пых Т.А. Создание оборудования для системы пылепитания с высокой концентрацией пыли под разрежением /Там же,с.11-20.
- 10 Тепловой расчет котельных агрегатов Нормативный метод /Под ред. Н.В.Кузнецова и др.-М.: Энергия ,1973.-296с.
- 11 Здановский В.Г., Шатиль А,А. Снижение выбросов окислов азота при сжигании высокореакционных каменных углей //Электрические станции. 1990.№2.с.1-3.
- 12 Основы практической теории горения /Под ред. В.В.Померанцева.2-е изд.-Л.: Энергоатомиздат, 1986.-312с.
- 13 Проектирование топок с твердым шлакоудалением /дополнение к нормативному методу теплового расчета котельных агрегатов/. Руководящие указания//Д.М.Хзмалян, Д.Ж.Темирбаев, А.А.Шатиль, Б.Д.Кацнельсон и др. Под ред. В.В.Митора и Ю.Л.Маршака.-М.-Л.: ВТИ –НПО ЦКТИ, 1981.-118с.
- 14 Методика расчета смесителей камер сгорания ГТД. /Г.Я. Бородянский, И.Б.Палатник, Д.Ж.Темирбаев и др.//Энергомашиностроение.1968.№9.с.10.12.
- 15 Палатник И.Б., Темирбаев Д.Ж. Закономерности распространения осесимметричной воздушной струи в сносящем однородном потоке /Проблемы теплоэнергетики и прикладной теплофизики.-Алматы.: Наука. 1967.Вып.4.с.196-216.

- 16 Третьяков В.М. Лабораторные исследования динамики воспламенения и выгорания пылеугольной аэрозвеси // Известия ВТИ. 1947. №11. с.29-41.
- 17 Сорокопуд Л.М. К вопросу о механизме воспламенения летучих в пылеугольной аэросмеси // Теплоэнергетика. 1991. №3. с.9-12.
- 18 Алияров Б.К., Дорошин Г.А. Вихревой факел Экибастузского угля. – Алматы: Наука, 1988.-200с.
- 19 Исследования термохимии окислов азота горения Экибастузского угля высокой концентрации /Д.Ж.Темирбаев // Заключительный отчет по теме №17/91.-Алматы: АЭИ, 1993,с.48.
- 20 Исследование термохимии окислов азота горения Экибастузского угля высокой концентрации //Заключительный отчет по договору №17/91 /Д.Ж.Темирбаев.-Алматы; АЭИ, 1993.-48с.
- 21 Концентрирования подача пыли в горелка котлов как средство снижения содержания оксидов азота // Л.И.Пугач, Н.Н.Скерко, А.Н.Волобуев, А.Н. Казанский// Электрические станции. 1989. №6. с.17-20.
- 22 Бабий В.И., Котлер В.Р., Вербовицкий Э.Х., «Механизм образования и способы подавления оксидов азота в пылеугольных котлах». Энергетик, 1996, № 6, С. 8-13.
- 23 Котлер В.Р. Ступенчатое сжигание – основной метод подавления окислов азота на пыле-угольных котлах. Теплоэнергетика, 1989, № 8, с.41-44.
- 24 Бухман М.А., Амангалиев А.А., Бугубаев М.А. и др. «О снижении выхода NOx на котлах ПК-39-II Аксуской теплоэлектростанции». Энергетика и топливные ресурсы Казахстана, 2003, № 10, с.69-70.
- 25.СТ КазННТУ – 09 – 2023 Работы учебные . Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала -КазННТУ, 2023