

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жылу энергетикалық қондырғылар  
кафедрасы  
«БЕКІТЕМІН»  
ЖЭЖТИ директоры  
Бахтияр Ө.Т. м.ғ.к., доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі  
Қибашинов А.А.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        20    ж.  
(КОЛЫ)

«        »        20    ж.  
(КОЛЫ)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Ақсу МАЭС базандық қондырғыларындағы NOx  
тастандыларын төмендету үшін селективтік каталити-  
калық емес қалың катодтық технологияларын зерттеу

53071700 Жылуэнергетика мамандығы бойынша  
Орындаған Советбекова Аягерке Айдарбековна ТП-7Ск-15-1  
(аты - жөні) (тобы)  
Жетекші Қасинов А.С., ата оқытушы  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кенесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

ата оқытушы Сатышова М.С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
М.С. « 24 » 05 20 19 ж.  
(КОЛЫ)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Б.З.К., доц. Муссаев М.К.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
М.К. « 23 » 05 20 19 ж.  
(КОЛЫ)

Мөлшер бақылаушы:

ата оқытушы В.Раиф Байбекова В.О.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 10 » 06 20 19 ж.  
(КОЛЫ)

Пікір жазушы :

Халимов Альфараби Аскарұлы  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
А. « 10 » 06 20 19 ж.  
(КОЛЫ)

Алматы 2019 ж.

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Энергетика және политехника институты -  
53071700 Энергетика мамандығы  
Энергетикалық қондырғылар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Советбекова Аерке  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Авсу МАЭС қазандық қондырғыларындам NO<sub>x</sub> тастауларын төмендету үшін СКЕКК-технологияларды әзірлеу  
ректордың « \_\_\_ » № \_\_\_ бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « \_\_\_ » 20\_\_ ж.

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

Авсу МАЭС-інің жалпы бекітілген электр қуаты 2450 МВт; өндіретін 8 жеробъекттен кезігі қондырғылары: ПП-950-255 (ПК-39-И) типті қазандық қондырғысы, 9 бұ алтын бар К-300-240 типті турбинасы; ТГВ-300 генератор және ТДЧ трансформаторлары орнатылған.

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

1. Кіріспе бөлімі
2. Авсу ЭС-и туралы жалпы мәліметтер
3. Қазандық қондырғылардың NO<sub>x</sub> шығарылуларын азайту үшін СКЕКК қолдану
4. СКЕКК-процесінің технологиялық кезеңдері
5. Авсу ЭС-да бас өнеркәсіптік СКЕКК-қондырғыларды әзірлеу
6. ПП-950-255 қазандық қондырғының кіндері есепі.
7. Санитарлық қорғаныс зонасын есептеу
8. Шуды төмендетуіне арналған іс-шараларды есептеу
9. СКЕКК қондырғысын пайдаланудың технологиялық бағалау

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Жылулық есеп
2. ПП-950/255 қазандық қондырғысының компоновкасы
3. Қазандық қондырғы (ПП-950/255)
4. СКЕҚК қондырғымен жұмыс аталған қазандық қондырғының қарапайым технологиялық есеп
5. СКЕҚК принципті технологиялық есеп

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Ходаков Ю.С. Азот оксиді мен здіетелесі мәселелерін шешу. 2-ші баспаны. М: ООО "ТСТ-М", 2002.
2. Мусабеков Р.А. Қазандық қондырғылар және бу генераторлары. Әзіретер нұсқам, құрылымдық құрылымды орындауға арналған нұсқалар. Алматы: АТНБҮ, 2013.
3. Андреев А.А. Разработка и освоение технологии очистки газов ТЭС от оксидов азота методом селективного каталитического восстановления оксидов азота; 1998, 26
4. Махуров А.А., Машева Л.М. Дипломдық жобаларда экономикалық бағалау. - Алматы: АТНБҮ, 2015 - 338.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	КОЛЫ
ӨТҚ бөлімі	Мусаева Н.К	16.05 - 23.05.19	
Технологиялық бөлім	Сейтенова М.С	19.05 - 24.05.19	
Негізгі бөлім	Қасимов А.С.	01.04 - 19.05.19	
Монтаж бағалаушы	Тайбекова В.О.	10.06.19	

К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Кіріспе бөлімін рәсімдеу	4.01.19 - 7.01.19	
2.	Тастапқы деректерді алу	8.01.19 - 13.01.19	
3.	СКЕҚК - процесінің технологиялық нәтижелесін түрліше	14.01.19 - 21.01.19	
4.	Пл-950-255 қазандық қондырғысының нәтижелесін есебі	25.01.19 - 11.03.19	
5.	Сақитарып қорғаныс зонасын анықтау	27.03.19 - 05.04.19	
6.	Шұғыл төмендетуге арналған іс-шараларды есептеу	08.04.19 - 15.04.19	
7.	Энергия нәтижелесін өлшеуіші табу	19.04.19 - 24.04.19	
8.	СКЕҚК - қондырғылар үшін кететін шығындар	25.04.19 - 29.04.19	
9.	СКЕҚК - қондырғылар пайдалануды жоюшылық бағалау	4.05.19 - 9.05.19	
10.	Сызбаларды дайындау	10.05.19 - 15.05.19	
11.	Жұмысты қорытындылап, рәсімдеу	6.06.19	

Тапсырманың берілген уақыты « 04 » 01 20 19 ж.

Кафедра меңгерушісі

(қолы)

Кибарин А.А.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі

(қолы)

Касимов А.С., ата оқатушы

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент

(қолы)

Советбекова Аягөз

(аты -жөні)

### Андатпа

Берілген дипломдық жұмыста селективті каталикалық емес қалпына келтіру технологиясының физико-химиялық, сондай-ақ технологиялық негіздерінің сипаттамалары келтірілген. Эксперименталды зерттеу бойынша азот оксидтерін қалпына келтіру тиімділігінің нәтижесі көрінді. Қазандық қондырғыларының зиянды шығарындылары болып табылатын азот оксидінің терең кемуі бойынша ұсыныстардың технико-экономикалық негізделуі берілді.

### Аннотация

В данной дипломной работе приведены характеристики физико-химических, а также технологических основ технологии СНКВ-установок. Результаты экспериментальных исследований показали эффективность восстановления оксидов азота. Дано технико-экономическое обоснование предложений по глубокому снижению оксидов азота, являющихся вредными выбросами от котельных установок.

### Annotation

This given diploma project presents the characteristics of the physicochemical and technological bases of the technology of SNCR-installations. The results of experimental studies have shown the effectiveness of the reduction of nitrogen oxides. It was given the technical and economic study of proposals for a deep reduction of nitrogen oxides, which are harmful emissions from boiler plants.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ			
Өзік	бет	№ құжат	колтаңба	күні				
Орындаған	Советбекова А.				Мазмұны		бет	беттер
Жетекші	Касимов А.С.							
Реценз.	Байбекова В.О.							
М.бақыл	Халелов А.А.							
Бекітуші	Кибарин А.А.							
						АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.		

## Мазмұны

Кіріспе.....	8
I Жылулық бөлім	
1 АҚСУ ЭС-ы туралы жалпы мәліметтер.....	10
2 Қазан ошағындағы азот оксидтері.....	13
2.1 Қазан ошағындағы азот оксидінің пайда болуы .....	13
2.2 Қазан ошағындағы азот оксидін азайту әдістері.....	17
3 Қазандық қондырғылардың NO <sub>x</sub> шығарындыларын азайту үшін СКЕҚК технологиясын қолдану.....	18
3.1 СКЕҚК процесінің физико-химиялық негіздері.....	20
3.2 СКЕҚК-технологиясының технологиялық негіздері.....	22
4 СКЕҚК-технологиясын әзірлеу бойынша эксперименттік зерттеулер.....	24
4.1 Ақсу ЭС-да бас өнеркәсіптік СКЕҚК-қондырғыларын әзірлеу.....	26
4.2 NO <sub>x</sub> меншікті шығарындылары мен СКЕҚК-технологиясы.....	30
5 Пп-950/255 қазандық қондырғысының жылулық есебі.....	32
5.1 Берілген мәндер.....	32
5.2 Қыздыру беттерінің геометриялық сипаттамалары.....	32
5.3 Отын және жану өнімдері.....	34
5.4 Жану өнімдерінің сипаттамасы және энтальпияны есептеу.....	36
5.5 Жылулық баланс және отын шығыны.....	38
5.6 Ошақты және қыздыру беттерін есептеу.....	39
5.7 Бу-булы жылу алмастырғышты есептеу.....	50
5.8 Жылулық есептің нәтижелері.....	52
II Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі	
6 Санитарлы қорғаныс зонасын есептеу.....	56
6.1 Атмосферадағы максималды қоспа концентрациясын және заттардың суммация эффектісімен анықтау.....	57
6.2 Максималды концентрацияның таралу аралығын анықтау.....	59
6.3 Әр түрлі аралықтағы жерлік концентрация және L <sub>0</sub> -ді табу.....	59
6.4 Санитарлы-қорғаныс зонасын табу.....	63
7 Шудың акустикалық есебі және өндірістік шуды есептеу.....	64
7.1 Есептік нүктелерде дыбыс қысымының деңгейін анықтау.....	65
7.2 Шуды төмендетуге арналған іс-шараларды есептеу.....	69
III Экономикалық бөлім	
8 Энергия жіберудің өзіндік құнын табу.....	71
8.1 Жылдық энергия өндіру.....	71
8.2 Электр энергиясының жылдық жіберуі.....	71

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				
Өзік	бет	№ құжат	қолтаңба	күні
Орындаған		Советбекова А.		
Жетекші		Касимов А.С.		
Реценз.		Байбекова В.О.		
М.бақыл		Халелов А.А.		
Бекітуші		Кибарин А.А.		
Мазмұны				
АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.				

8.3 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау.....	72
8.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу.....	72
8.5 Еңбекақы шығындарын есептеу.....	72
8.6 Амортизациялық аударылымдарды есептеу.....	73
8.7 Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу.....	74
8.8 Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу.....	74
8.9 СКЕКК қондырғысы үшін кететін шығындар.....	74
8.10 СКЕКК қондырғысын пайдалануды экономикалық бағалау.....	76
8.11 Инвестицияның өтелу мерзімін РР есептеу.....	77
Қорытынды.....	78
Әдебиеттер тізімі.....	79

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	
					11	

## Кіріспе

Жаңа технологиялар бастапқы өнімді іс жүзінде толық қайта өңдеуді және түпкілікті өнімді толық пайдалануды, технологиялардың жекелеген кезеңдерін автоматтандыруды ғана емес, оның барлық сатыларында есепке алу мен бақылауды қоса алғанда, технологиялық процесті кешенді роботтауды қамтамасыз етуі тиіс.

Уақыт өте келе технологиялар қымбат болады, өйткені экологиялық қауіпсіздік, аз энергия тұтыну, аз материал сыйымдылығы және т.б. сияқты неғұрлым қатаң өлшемдерді қанағаттандыруға мәжбүр болады.

Ұзақ уақыт бойы бу турбиналы қондырғының жылу схемасының принципті құрылымы біздің елде де, шетелде де айтарлықтай өзгерді. Соңғы кезеңде энергоблоктың үнемділігін айтарлықтай арттыру үшін барлық мүмкіндіктерді пайдалануға ұмтылу белгіленді, бұл жылу схемасының өзгеруіне алып келді. Будың жоғары және аса жоғары параметрлеріне есептелген ірі ЖЭС жабдықтарының пайдалану кезінде сенімділігі мен үнемділігі аса жеткілікті емес. Бұл проблеаны түбегейлі шешу ескі жабдықтарды заманауи жоғары тиімді технологияларды пайдалана отырып, жаңа буын жабдықтарымен алмастыру болып табылады, бұл электр энергиясының техника-экономикалық деңгейін түбегейлі арттырады. Әрине, мұндай тәсіл бастапқы күрделі салымдардың үлкен көлемімен, бас үлгілерді жасау мен игеруге арналған елеулі құралдармен және осы шығындардың өтелімділігінің ұзақ циклімен байланысты.

Жылу энергетикасында қатты отынның рөлі зор. Қазіргі уақытта ЖЭС-да жағылатын отынның жалпы балансында көмірдің үлесі жылына 23-25% немесе шамамен 140 млн. т. құрайды. Электр энергетикасы өнеркәсібіндегі әл-ауқатқа қарамастан, өндіріс қарқынының тұрақтануы мен үдемелі өсуі электр энергиясының тапшылығына алып келеді, сондықтан техникалық қайта жаратандыру және жаңа үнемді, экологиялық таза ЖЭС салу мәселелерімен белсенді айналысу қажет. Көмір қазандықтарының көпшілігі халықтың жоғары шоғырлануы және қоршаған ортаның неғұрлым жоғары ластану дәрежесі бар өнеркәсіптік көмір өндіретін және көмір өңдейтін өңірлерде шоғырланған.

Қазіргі уақытта электр станцияларының көмірді тұтыну үлесінің жоғары болуына байланысты экологиялық және экономикалық тиімділік, сондай-ақ оны жағу сенімділігі мәселелері үлкен өзектілікке ие болады. Бұл ретте осы мәселелерді шешуде қазандықтарды қайта құру практикасында маңызды рөл атқарады.

Қоршаған ортаны энергетикалық және өнеркәсіптік қазандық қондырғыларында отындарды жағу кезінде пайда болатын азот оксидтерімен ластанудан қорғау проблемасы өткен ғасырдың 80-ші жылдарында да өмірлік маңызы зор болды. Оны шешу үшін Жапонияда алғаш рет әзірленген және дамыған елдерде кеңінен қолданылатын селективті катализикалық қалпына келтірудің (СКВ) азот тазартқыш қондырғыларын салу қажет.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			12



Жаңа ЖЭС салу, жұмыс істеп тұрған электр станцияларын қайта құру, кеңейту және техникалық қайта жарақтандыру, отын балансындағы көмір үлесінің артуы, автомобильдердің санының күрт өсуі кезінде өнеркәсіптің көтерілуі, осының барлығы азот оксидтерінің үлестік шығарындыларын төмендетпей тұрып мүмкін емес болып табылады.

Азот оксидтерінің меншікті шығарындыларын төмендету үшін осы жобада шетелде қолданылатын қымбат бағалы СКҚК-технологиялардың орнына органикалық отындарды жағудың бұрын игерілген аз токсинді әдістерімен бірге аз шығынды СКЕҚК-технологиясын пайдалану ұсынылады.

Әдіс азот оксидтерінің аммиактың көмегімен азот пен суға дейінгі селективті каталитикалық емес қалпына келтірілуіне негізделген. Қалпына келтіру реакциясы түтін газдарының 850-1100°C температурасы аралығында катализаторсыз өтеді.

Аммиакты қазандықтың газ жүретін жоғары температуралы аймағына енгізу рециркуляция газдарымен немесе бумен жүзеге асырылады. Рециркуляция газдарының шығыны қазандықтың ең жоғары жүктемесі кезінде жану өнімдерінің көлемінің 15-20% құрайды, бу шығыны қазандықтың номиналды буөндірулігінің шамамен 1,5% - ға тең болады.

Азот оксидтерін қалпына келтіру үшін газ тәрізді аммиак та, 25% аммиакты су да қолданылуы мүмкін.

											Бет
											13
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні							

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

## **I Жылулық бөлім**

### **1 Ақсу МАЭС-і технологиялық сұлбесінің сипаттамасы**

«Еуроазиялық энергетикалық корпорациясы» акционерлік қоғамы түпкі өнімі электр энергиясы болып табылатын тұйық өндірістік циклды білдіреді. Мекеме 1996 жылы Қазақстан Республикасының Павлодар облысында орналасқан үш құрылымдық бөлімшесін біріктіреді, олар: Ақсу қаласындағы ЭС, Екібастұз қаласындағы «Восточный» көмір шахтасы және Павлодар қаласындағы энергетикалық және тау-кен техникасын жөндеуге арналған өндірістік жөндеу бөлімшесі. Өндірістік қызметтің негізгі бағыттары электр энергиясын өндіру, көмір өндіру, энергетикалық жабдықтарды жөндеу бойынша қызмет көрсету болып табылады.

Блоктық типті Ақсу электрстанциясы Қазақстан Республикасының энергожүйесіндегі негізгі түйінінің бірі болып табылады.

1959 жылы Қазақ ССР Министрлері Кеңесі Ертіс өзенінің сол жақ жағалауында қуаты 2 400 мың кВт(300 МВт-тан 8 блок) болатын мемлекеттік аудандық электр станциясының құрылысы туралы шешім қабылдады.

Кәсіпорын аудан орталығы Ақсу қаласынан солтүстік-батыс бағытында 10 км жерде, ал Павлодар қаласынан 37 км жерде орналасқан.

1961-1964 жылдар аралығында тұрғын үй құрылысы, гидротехникалық құрылыстар, электр станциясының бас ғимараты, қазандық және 110 кВ ашық репредестростав салу бойынша жұмыстар жүргізілді. 1965 жылы пусктік қазандық жұмысқа берілді.

17 желтоқсан 1968 жылы №1 энергоблок;

29 желтоқсан 1969 жылы – №2 энергоблок;

25 желтоқсан 1970 жылы – №3 энергоблок;

18 желтоқсан 1971 жылы – №4 энергоблок;

28 желтоқсан 1973 жылы - №5 энергоблок;

6 қыркүйек 1974 жылы – №6 энергоблок;

27 желтоқсан 1974 жылы – №7 энергоблок;

30 қазан 1975 жылы – №8 энергоблок пайдалануға берілді.

Өзіндік құнды төмендетудің негізгі бағыты - бұл электр энергиясын жіберуге арналған отынның меншікті шығындарын төмендету бойынша тұрақты жұмыс болып табылады. Блоктық электр станциясының орналасу схемасы:

- қазандық;
- турбина;
- генератор;
- трансформатор.

Электр станцияның құрамында қуаты 300-325 МВт бойынша 8 энерго-блогы бар, қазіргі уақытта 7 блок пайдалануда. Жалпы станцияның белгіленген қуаты 2450 МВт, ал бар қуаты 2150 МВт №2,6 блоктар – 325 МВт, №1,3,4,7,8 блоктар 300 МВт, қайта жаңартылатын 5 блок қайта құру аяқталғаннан кейін 325 МВт белгіленген қуаты болады.

									Бет
									14
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

Негізгі жабдықтың құрамы:

№1 блок қазаны: ПК-39-1

№3,4,7,8 блоктар қазаны: ПК-39-2

№2,6 қазандығы (№5 қайта құру): ПК-39-ИМ.

№1,2,3,6 блок турбинасы (№5 қайта құру): ХТГЗ К-325-23,5

№4 блок турбинасы: ХТГЗ К-310-23,5-3

№7,8 блок турбинасы: ХТГЗ К-300-240-2

№1-6 блоктар генераторы: ТГВ-325

№7-8 блоктар генераторы : ТГВ-300

Станцияның негізгі қондырғысы:

1 ПК-39-И қазандық агрегаты екі корпусты, тура ағынды, Подольский машинаөндіру зауытынан шығады. Пп-950/255 (ПК-31-1 және ПК-39-2)(жану жылуы  $Q_n^p=17400$ кДж/кг) қазандықтары тура ағынды, екі корпусты, симметриялы, номиналды бу өндірулігі 950 т/сағ. Будың параметрлері  $T=545^\circ\text{C}$ ,  $P=255$ ата, шығысында будың температурасы  $545^\circ\text{C}$  болған кездегі аралық қыздырудың бу шығыны – 760 т/сағ. Қазандықтың әрбір корпусы Т- тәрізді болып келеді, ол ошақ камерасы және жоғарғы бөлігінде горизонталды газжолымен біріктірілген екі конвективті шахтадан тұрады.

Қазандықтардың ошақ камералары КазНИИЭ конструкциясының үш каналды күректі оттықтарымен жабдықталған. Оттықтар ошақ камерасының бүйір қабырғасында екі ярусты әр корпусқа 12 дана болып орналасады.

Қазандықты жағу үшін оттықтар мазуттың қысымы 5кгс/см және бу қысымы 8-13 кгс/см болған кездегі бу өндірулігі 1,8 т/сағ болатын бумеханикалық мазутты форсункалармен жабдықталған. Форсункадағы бу шығыны 200 кг/сағ құрайды.

Қазандықтар балғалы-тангенциялды-диірменді(әр қазандыққа 8) тура соққылы тозаңдайындау жүйесімен және әр диірменге бекітілген ыстық үрлейтін желдеткіштермен жабдықталған.

Күлшығару жүйесі – қатты. Ауаны алдын-ала қыздыру рециркуляция жүйесі арқылы жүзеге асады.

2 Киров атындағы турбоагрегат зауытының К-300-240 турбинасы. Бу алым саны – 9. Берілген турбина жалпы конденсаторға үш бу шығымы бар белсенді типті бірбілікті үш цилиндрлі агрегат болып табылады. Пайдаланылған буды салқындату үшін К – 15240 конденсациялық қондырғысы қарастырылған. Техникалық су ОП – 5110 К типті сорғыларымен беріледі, сумен жабдықтау жүйесі тура ағынды.

3 Берілген ТГВ-300 генераторы Электротяжмаш атты Харьков зауытынан шығады. Орнатылған электр қуаты - 2100 МВт; ыстық су бойынша орнатылған жылулық қуаты - 209 Гкал/сағ; бар электр қуаты - 1900 МВт; ыстық су бойынша бар жылулық қуаты - 74 Гкал/сағ.

Станция шиналарынан қуат беру 110, 120 және 500 кВ кернеулерінен жүзеге асырылады.

											Бет
											15
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні							

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

500 кВ-тық АТҚ электрлік қосылыстардың біржарымдық (полуторная) сұлбасын қамтиды.

110 кВ-тық АТҚ 12 ұяшықтан;

220 кВ-тық АТҚ 14 ұяшықтан;

500 кВ-тық АТҚ 3 ұяшықтан тұрады.

№ 1 генератордың шиналарға беретін қуаты 110 кВ.

№ 3, №4 генераторларының шиналарға беретін қуаты 220 кВ.

№ 5, № 6, № 7, № 8 генераторларының шиналарға беретін қуаты 500 кВ.

Генераторлардың жоғарылататын трансформаторлармен байланысы жиынтықты экрандалған ток өткізгіштері арқылы жүзеге асырылады.

4 №1 генераторының жоғарылатқыш трансформаторы ТДЦ 400000/110; №3, №4–ТДЦ–400000/220; №5, №6, №7, №8–ТДЦ– 400000/500.

№1,2,3,4 генераторлардың жоғары трансформаторлармен байланысы тұйық.

Аксу электр станциясында бүкіл республика бойынша жалғыз болып келетін қондырғы қолданылады, ол бетон және асфальтобетон өндірісінде қолданылатын құрғақ күл алымы бар қондырғы болып келеді.

Электр станциясының сенімді және тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін энергетикалық жабдықты кезең-кезеңмен қайта құру бағдарламасы бекітілді. 2016 жылға дейін барлық энергоблоктардың негізгі жабдықтары қайта жаңартылып және жаңғырту жұмыстары жүргізілді.

Бағдарламаның бірінші кезеңі орындалды – 2003 жылы №4 энергоблокты қайта жаңарту аяқталды: турбина ауыстырылды, жаңа электр сүзгісі құрастырылды, бақылау және басқару жүйесі жаңғыртылды. Қазақстанда да, ТМД-ның басқа да елдерінде де осындай ауқымдағы энергия жабдықтарын қайта жаңарту алғаш рет жүргізілді. Шығындар 30 млн. астам АҚШ долларын құраған болатын.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		16

## 2 Қазан ошағында азот оксидтерінің пайда болуы және оны азайту тәсілдері

### 2.1 Азот оксидтерінің пайда болуы

ЖЭС-ң қазандық цехтарындағы көптеген қондырғылары тозуға ұшырайды, сондықтан олар қайта жаңартуды, яғни реконструкцияны қажет етеді. Осыған байланысты, өзекті және маңызды мақсат болып белгілі бір қазандықтағы зиянды шығарындыларды азайту үшін технологиялық тәсілдерді онтайлы ұштастыру әдісін әзірлеу, төмен еңбек шығыны кезіндегі реттеуші талаптар деңгейіне дейін сол шығындарды қалпына келтіру болып табылады. Бұл жағдайда қазан жұмысының режимі туралы және зиянды шығарындыларды азайту әдісінің тиімділігі жөніндегі статистикалық деректерді жинау қажет.

Энергетикалық қазандықтардың ошақтық процестерінде азот оксидтерінің пайда болуының үш түрі бар: отындық, жылдам және жылулық(термиялық). Көптеген басылымдарда оксидтердің қалыптасу процестері жеткілікті түрде зерттелмегені көрсетіледі. Отындық азот оксидтері бай қоспалармен қалыптасады. Олардың мөлшері оттегі концентрациясына, азот мөлшері мен отын құрамындағы азот түріне байланысты. Жылдам азот оксидтері шамадан тыс қоспалардың коэффициенті  $= 0,5 \dots 0,8$  болғанда немесе жанудың бастапқы бөлігінде жану өнімдерінің температурасы немесе қызу жылдамдығы көтерілген кезде бай қоспасы бар жергілікті аймақтарда пайда болады. Жоғары температура және жоғары оттегі концентрациясы кезінде термиялық азот оксидтерінің мөлшері отынның жану аймағында болған ұзақтығына байланысты пропорционалды түрде жоғарылайды. Термиялық оксидтердің пайда болуы нашар қоспалармен байқалады,  $\alpha=1.05\dots 1.35$  аралығында болған кезде (жанатын отын түріне байланысты). Ошақтың жоғары жылу кернеуі мен отынның жоғары калориялық құрамы - термиялық азот оксидтерінің пайда болуына ықпал ететін негізгі факторлар болып табылады.

Шығар газдардағы азот оксидтерінің мөлшерін азайту үшін (олардың қалыптасу сипатын ескере отырып) әртүрлі технологиялық-режимді әдістер қолданылады, мысалы: рециркуляция, отынның стехиометриялық емес жануы, сатылы жағу, ошаққа су немесе басқа заттарды шашырату. Осы әдістерді бірге қолдана отырып үлкен әсерге қол жеткізуге болады.

Қазандықтың номиналды жүктемесі кезінде түгін газдары құрамындағы зиянды заттардың концентрациясы көмірмен жұмыс істегенде: азот оксидтері -  $300 \text{ мг / м}^3$ ; күкірт оксидтері -  $400 \text{ мг / м}^3$ -тан аспауы керек.

ЖЭС-дағы азот оксидтерінің көздері - ауаның молекулярлық азоты және отынның азот құрамдас бөліктері болып табылады. Егер қазандықты жобалау кезінде азот оксидтерінің пайда болуын шектейтін арнайы шаралар қабылданбаса, онда олардың концентрациясы 2.1 кестеде көрсетілген деңгейде болады.

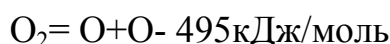
										Бет
										17
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

2.1 кесте – Қазандықтардың түтін газдарындағы азот оксидтері

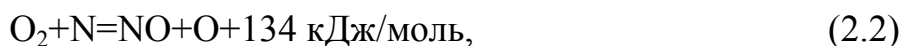
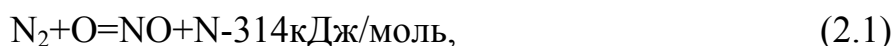
Отын түрі	Қазандық түрі	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>		Ескерту
		Нақты	Норматив бойынша	
Табиғи газ	230-420т/сағ қазандықтар 300МВт блоктар 800-1200МВт блоктар	500-1100	370	Есептеудегі газ үлгісі бойынша O <sub>2</sub> =3%
		1000 1250-1500		
Мазут	230-950т/сағ қазандықтар 300-1200МВт блоктар	500-1300	370	Есептеудегі газ үлгісі бойынша O <sub>2</sub> =3%
		700-1200	400	
Қоңыр көмір	Қатты қожшығару жүйесімен Сұйық қожшығару жүйесімен	500-600	670	Есептеудегі газ үлгісі бойынша O <sub>2</sub> =6%
		600-800	950	
Тас көмір	Қатты қожшығару жүйесімен Сұйық қожшығару жүйесімен	600-1100	590	Есептеудегі газ үлгісі бойынша O <sub>2</sub> =6%
		1200-2200	720	

Таза ауа 78,03% азот, 20,99% оттегі, 0,04% көмірқышқыл газы және 1% жуық инертті газдардан тұрады.

Атмосферадағы әртүрлі ластағыш заттардың жоғары мөлшері бүкіл тірі табиғат кешеніне кері әсерін тигізеді. Ауаның ластануының кері әсері адамдар мен жануарлардың денсаулығының нашарлауынан, ауылшаруашылық өнімділігінің төмендеуінен және т.б. көрініс табады. Зиянды заттар сонымен қатар орман алқаптарына да әсерін тигізеді. Ауаның ластануы құрылыс конструкцияларының коррозиялық процестеріне әсер етіп, ғимараттар мен жабдықтардың нашарлауын және тозуын жеделдетеді. Ауадағы азоттың тотығуы жоғары температуралардың әсерінен жылуды сіңірумен жүретін ауаның оттегі молекуласының диссоциациялануы арқылы іске асады:



Атомдық оттегі азот молекуласымен әрекеттеседі және эндотермиялық реакция нәтижесінде пайда болған атомдық азот молекулалық оттегімен экзотермиялық реакцияға енеді:



Реакциялардың нәтижесінде ошақ камерасында NO азот оксиді (шамамен 95%) пайда болады және тиісінше азот оксидтерінің қалған бөлігі NO<sub>2</sub> болып табылады. NO тотығуына байланысты азот диоксидінің құрылуы айтарлықтай уақытты талап етеді және төмен температураларда жүреді.

Азот оксиді концентрациясының бірлік уақытта (2.3) реакциясы бойынша өзгеруі келесі өрнекпен сипатталады:

$$dC_{\text{NO}}/d\tau = K_1 C_{\text{N}_2} C_{\text{O}_2} - K_2 [C_{\text{NO}}^B]^2 \quad (2.4)$$

мұндағы  $C_{\text{N}_2}$ ,  $C_{\text{O}_2}$  – сәйкесінше  $\text{N}_2$  және  $\text{O}_2$  концентрациялары, г/м<sup>3</sup>;  
 $[C_{\text{NO}}^B]^2$  - NO тепе-теңдік концентрациясы, г/м<sup>3</sup>, яғни шектеусіз ұзақ реакция нәтижесінде алынған концентрация;

$K_1, K_2$  – тура және кері реакциялардың тұрақтылары.

NO тепе-теңдік концентрациясы (2.4)  $dC_{\text{NO}}/d\tau = 0$  белгілі тұрақты мәндер кезінде өрнектеледі :

$$[C_{\text{NO}}^B]^2 = 4,6 \sqrt{C_{\text{O}_2} C_{\text{N}_2}} \exp \frac{-90 \cdot 10^3}{RT} \quad (2.5)$$

(2.5) формула бойынша азот оксидтерінің тепе-теңдік концентрациясы температураның және оттегі концентрациясының жоғарылауымен (азот концентрациясы аз өзгереді) пропорционалды түрде жоғарылайды. Қалыпты жағдайда ауадағы оттегі және азот концентрацияларын,  $\text{CO}_2 = 300 \text{ г/м}^3$ ,  $\text{CN}_2 = 1000 \text{ г/м}^3$  және  $R = 8,32 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$  универсал газ тұрақтысын қабылдай отырып, теңдеуді келесі түрге келтіреміз.

$$[C_{\text{NO}}^B]^2 = 2500 \exp \frac{-10,8 \cdot 10^3}{T} \quad (2.6)$$

Ошақты есептеу кезінде оттегі концентрациясының орнына  $\alpha$  артық ауа мөлшері қолданылады. Артық ауа мен оттегі концентрациясы арасында келесі қатынастар орын алады:

$$C_{\text{O}_2} = 300(\alpha - 1)V^0/V_T \quad (2.7)$$

мұндағы  $V^0 - \alpha = 1$  кезінде 1 кг отынның толық жануы үшін қажетті құрғақ ауаның теориялық мөлшері;

									Бет
									19
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

$V_r$  - 1 кг отынның нақты  $\alpha$  артық ауамен қосылып толық жануынан пайда болған түтін газдарының көлемі;

Түтін газдарының көлемін келесідей табуға болады:

$$V_r = V_r^0 + (\alpha - 1) V_r^0 \quad (2.8)$$

мұндағы  $V_r^0 - \alpha = 1$  кезіндегі түтін газдарының көлемі.

Осы өрнекті (2.7) формуласына қою арқылы келесідей өрнек аламыз:

$$C_{O_2} = 300 \frac{\alpha - 1}{V_{ог}/V_0 + \alpha - 1} \quad (2.9)$$

$\Delta\alpha = (V_r^0/V^0) - 1$  енгізсек, онда (2.9) формуласы:

$$C_{O_2} = 300 \frac{\alpha - 1}{\alpha + \Delta\alpha} \quad (2.10)$$

Тас көмір үшін  $\Delta\alpha = 0,04 \dots 0,1$ . Сонымен концентрацияны есептеу теңдеуі:

$$[C_{NO}^B]^2 = 2500 \sqrt{\frac{\alpha - 1}{\alpha + \Delta\alpha}} \exp\left(-\frac{10,8 \cdot 10^3}{T}\right) \quad (2.11)$$

Отындық азот оксидтері отынның жану процесі кезінде азоттың тотығуы нәтижесінде пайда болады. Бұл жағдайда азот оксидтерінің концентрациясы келтірілген отындағы азот концентрациясымен анықталады, %\*кг/МДж:

$$N_{пр} = 10^3 N^p / Q_p^H \quad (2.12)$$

Отындағы азоттан туындайтын азот оксидінің мөлшері келесі өрнекпен анықталады

$$C_{NO}^T = 10 m N_{пр} / V_{г}^{пр} \quad (2.13)$$

мұндағы  $V_{г}^{пр}$  - 1МДж отын жылуына келтірілген газ көлемі, м<sup>3</sup>;  $m = 0,2 \dots 0,4$  (төменгі мәндер - ірі қазандықтар үшін, жоғары мәндер - ұсақтар үшін).

Көмірге арналған азот оксидтерінің отындық құрамы:

$$C_{NO}^T = 0,2 \dots 0,3 \text{ мг/м}^3.$$

Азот оксидтерінің жалпы саны  $C_{NO}^B$  ауадағы азоттың және  $C_{NO}^T$  отындағы азоттың тотығуына байланысты жану кезінде пайда болған азот

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			20



оксидтерінің суммасы ретінде анықталады:

$$C_{NO} = C_{NO}^B + C_{NO}^T \quad (2.14)$$

## 2.2 Азот оксидтерінің шығарындыларын азайту әдістері

Жану процесін арнайы ұйымдастыру арқылы жану кезінде пайда болатын азот оксидтерінің мөлшерін едәуір азайтуға болады. Ол үшін келесі әдістер практикалық қолдануды тапты.

Ошақтағы температура деңгейін төмендету құрамында азот жоқ табиғи газды жағатын қазандықтар үшін тиімді болып келеді. Бұл әдіс екі жақты экранды пайдаланып, биіктікте бірнеше деңгейде көп мөлшерде оттықтарды орнالاتу арқылы жүзеге асырылады. Түтін газдарын рециркуляциялау газ-мазутты жоғары температуралы қазандықтарда бар. Оның тиімділігі рециркуляцияланған газдардың мөлшері мен температурасына, сондай-ақ олардың ошаққа енгізілуінің ұйымдастырылуына байланысты. Рециркуляциялық газдар ошаққа ауаның жылдамдығына жақын жылдамдықта оттықтардың жеке перифериялық арнасы арқылы жіберіледі. 300 МВт қуатты ЭС қондырғыларында түтін газын рециркуляциялау концентрацияны 800-ден 400 мг/м<sup>3</sup>-ға дейін төмендетті. Сонымен қатар, газдардың рециркуляциясы өз қажеттіліктері үшін электр энергиясын тұтынуды арттыратынын атап өткен жөн.

Азот оксидтерінің шығарындыларын азайту құралы ретінде ошаққа ылғал немесе буды шашырату жолы қарапайым, бақылауға оңай және күрделі шығындардың аздығымен ерекшеленеді. Қатты отынды жағу кезінде нәтижелер өте төмен, алайда тұтастай алғанда бұл әдіс төтенше жағдайлар кезінде орынды болып келеді.

Екі сатылы жағу кезінде, барлық оттықтар арқылы отынды NOx құруға жеткіліксіз ауамен бірге жібереді, ал толық жану үшін қажетті ауаны факелдың соңғы бөлігіне енгізеді. Осылайша, түтін газдарында NOx концентрациясын 800-ден 450 мг/м<sup>3</sup>-ға дейін азайтуға болады. Ошақта NOx қалпына келтірілумен отынды сатылы беру азот оксидтерімен күресудің тиімді әдісі болып табылады. Негізгі оттықтардың үстінде ошақта қосымша оттықтар орнатылып, оған жеткіліксіз ауамен отын бөлігі беріліп, қалпына келтіретін орталы аймақ пайда болады. Одан жоғары толық жану үшін қажетті ауаны енгізуге арналған саңылаулар және саптамалар орналасады. Оттықтың конструкциясы факелдың тұтану, жану қарқындылығын, отынның ауамен араласу жылдамдығын және жану ядросындағы ең жоғарғы температура деңгейін анықтайды. Көмірді жағу кезінде екіншілік ауа мен ауа қоспасын баяу араластыру арқылы азот оксидтерінің концентрациясы 800-ден 600 мг / м<sup>3</sup> дейін азаяды. Жоғары концентрациялы тозаңды (10 кг, 30 кг, 1 кг-ға дейін тозаң) оттықтарға кішкентай диаметрлі (60 ... 90 мм) құбырлар арқылы жібере отырып азот оксидтерінің шығарылуын 20% -ға азайтуға болады.

										Бет
										21
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

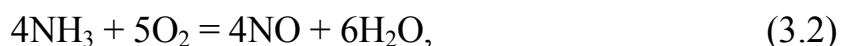
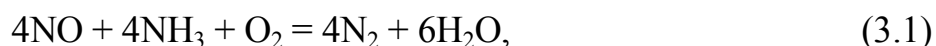
Отынның барлық түрін қолдану кезінде ошақта артық ауаның мөлшерінің төмендеуі азот оксидінің шығарындыларының азаюына әкеледі.

Бұл әдісті қолдануға шектеуге бірнеше себеп бар, мысалы шығар газдарда толық жанбайтын өнімдерінің ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ) пайда болуы, шығар газдардағы жанғыш заттардың мөлшерінің жоғарылауы, қыздыру беттеріндегі қождың пайда болу қарқындылығы, экрандардың жоғары температуралы коррозиясы және т.б. Отынның  $700^\circ\text{C}$  дейінгі алдын ала қыздырылуы әлі жеткілікті зерттелмеген, алайда мәліметтерге сәйкес, бұл әдіс  $\text{NO}_x$  шығарындыларын 2-2,5 есеге дейін азайтуға мүмкіндік береді. Нәтиже ұшпа заттардың алдын-ала бөлінуі жолымен жүзеге асырылады. Аталған әдістердің қолданылуы қиындықтар тудырады, бұл жану процестерінің күрделілігімен, ошақтың және оттықтардың конструкцияларының және отын қасиеттерінің әртүрлілігімен түсіндіріледі.  $\text{NO}_x$  шығарындыларын азайтуға қол жеткізбеген жағдайларда, оларды тазалауға болады.

### **3 Қазандық қондырғыларының $\text{NO}_x$ шығарындыларын азайту мақсатында СКЕҚК технологиясын қолдану**

#### **3.1 СКЕҚК процесінің физико-химиялық негіздері**

Бұл үдеріс тізбекті тармақталған механизм арқылы  $900 \dots 1150^\circ\text{C}$  температуралары аралығында жүреді және келесі үш реакциямен сипатталады:



Азот оксидтерінің қалпына келуі (3.1) реакциясына байланысты жүреді. Оны қайтымсыз деп есептеуге болады, сонда тазалаудың теориялық дәрежесі 100 % дейін жетеді. Алайда жанама ((3.2) және (3.3)) реакцияларының жүру салдарынан аммиак денитрификация үшін жартылай ғана қолданылады. Қосылған аммиак көлемінің ұлғаюы СКЕҚК процесінің жүзеге асырылуын қиындатады, себебі реакция өнімдерінде экологиялық және технологиялық тұрғыдан шығарындылары нормаланатын реакциясыз аммиактың (оның серпіні) пайда болу ықтималдығы артады.

3.1-кестеде процестің математикалық сипаттамасын әзірлеу кезінде пайдаланылатын элементарлық реакциялар мен олардың кинетикалық параметрлері келтірілген. Кейінірек әзірленген Миттельбах схемасымен [3] салыстырғанда, бұл жағдайда  $\text{HNO}$  радикалының қалыптасуымен байланысты кезеңдер алынып тасталады және алғаш рет  $\text{N}_2\text{H}$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{N}_2\text{H}_3$  радикалдарына қатысты реакцияларды ескеру қажеттілігі негізделген. Осыған байланысты

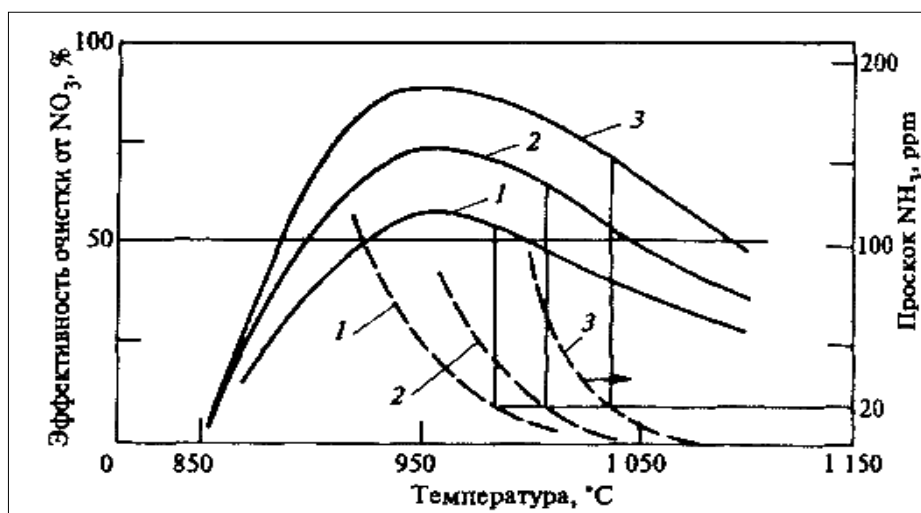
										Бет
										22
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

есептеулер жүргізілді, оның нәтижелері:

- температура мен реакция уақыты тазалау тиімділігіне ең көп әсер ететін параметрлер болып табылады (мысалы, 950 ° С температурада 0.6 с кезінде тазалау 70% -80%-ға, ал 1000 ° С температура кезінде реакция 0,2с уақытында жүзеге асады);

- тазалау тиімділігін анықтайтын үшінші маңызды параметр - бұл NH<sub>3</sub> / NO<sub>x</sub> молярлық қатынасы, оның оңтайлы мәні температураға байланысты болып келеді.

3.1-суретте тазалау процесінің тиімділігіне температура мен 0,2 с реакция уақыты кезіндегі NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub> молярлық қатынасының әсер етуі[1,4] көрсетілген. Температураны жоғарылату кезінде тазарту дәрежесі максималды мәнге жетеді, ал аммиак серпіні тұрақты түрде төмендейді. Сондықтан, аммиакты 10-20 мг/м<sup>3</sup> деңгейіне баяулатқан кезде, процесс қоңыраулы пішінді қисықтардың оң тармақтарының ауданына жататын температураларда ғана жүзеге асырылуы мүмкін.



Қатынастар мәні NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub>: 1 — 1,0; 2 — 1,4; 3 — 2,0(NO<sub>x</sub> бастапқы концентрациясы 200 мг/м<sup>3</sup>, O<sub>2</sub>— 2 %)

3.1-сурет – Мольдық арақатынастың әр түрлі мәндеріндегі температурадан аммиакты тазалау және серпіні дәрежесінің тәуелділігі

3.1 кесте – Қарапайым реакциялар және олардың шектік параметрлері

Реакция	A, см <sup>3</sup> /(моль•с)	n	E/R, K
NH <sub>3</sub> + O = NH <sub>2</sub> + OH	2,00-10 <sup>13</sup>	0	4 470
NH <sub>3</sub> + OH = NH <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	2,20-10 <sup>12</sup>	0	930
NH <sub>3</sub> + O <sub>2</sub> = NH <sub>2</sub> + HO <sub>2</sub>	5,6-10 <sup>14</sup>	0	28 450
NH <sub>2</sub> + NO = NNH + OH	7,94-10 <sup>15</sup>	-1,2	0
HO <sub>2</sub> + NO = NO <sub>2</sub> + OH	2,20-10 <sup>12</sup>	0	-240
H + O <sub>2</sub> = OH + O	2,7-10 <sup>14</sup>	0	8 360
NH <sub>2</sub> + OH = NH + H <sub>2</sub> O	6,0-10 <sup>13</sup>	0	0

### 3.1 кестенің жалғасы

$N_2H + O_2 = N_2O + OH$	$2,10 \cdot 10^{17}$	-2,3	0
$NH_2 + NO = N_2 + H_2O$	$7,94 \cdot 10^{15}$	-1,2	0
$NNH + M = N_2 + H + M$	$1,26 \cdot 10^{15}$	0	19 000
$NH_2 + NO_2 = N_2O + H_2O$	$1,3 \cdot 10^{13}$	-1,7	0
$NH + NO = N_2 + OH$	$3,56 \cdot 10^{13}$	0	0
$NH + O_2 = NO + OH$	$4,5 \cdot 10^{13}$	0	5 000
$NH_2 + NH_2 + M = N_2H_4 + M$	$3,98 \cdot 10^9$	1,0	-11230
$NH_2 + N_2H_4 = NH_3 + N_2H_3$	$6,31 \cdot 10^{11}$	0	1500
$N_2H_3 + O_2 = N_2 + H_2O + OH$	$6,31 \cdot 10^{13}$	0	0

Бұл реакцияларда жылдамдықтың константасы  $k = A \exp[-E/(RT)]$  теңдеуінен анықталады, мұнда  $A$  — көбейткіш;  $T$  — температура;  $p$  — дәреже көрсеткіші;  $E$  — активтендіру энергиясы;  $L$  — газ тұрақтысы.

### 3.2 СНКВ-технологиясының технологиялық негіздері

СНКВ-қондырғысының принципті технологиялық сұлбасы үш негізгі технологиялық торапты қамтиды:

- қондырғының кемінде он күндік жұмысын қамтамасыз ететін реагенті бар екі-үш ыдысы бар қойма;

- реагентті мөлшерлеп беру торабы;

- қазандықтың газ өткізгішіндегі реагентті тарату торабы.

Сақтау қоймасы мен реагенттерді дозалап беру торабын әзірлеу, монтаждау және игеру кезінде конструктивтік қиындықтар туындамайды [1].

Сонымен қатар, қазандық агрегатының қимасында реагентті тарату торабын жобалау кезінде пайдаланылатын техникалық шешімдер техникалық әдебиетте келтірілмейді және әзірлеушілердің ноу-хауы болып табылады.

Энергетикалық қазандықтар үшін тарату құрылғыларын жобалау келесі қиындықтармен байланысты:

- үрленетін аммиактың аз шығыны, ол түтін газдарының шығынынан 3-4 есе аз. Бұл тасымалдаушы агентті пайдалану қажеттігіне және барынша азайтылуы тиіс қосымша пайдалану шығындарының пайда болуына әкеледі;

- процесс жүзеге асырылуы мүмкін газ құбырының көлденең қимасының үлкен ауданы және бір мезгілде оңтайлы температура аймағының аз ұзындығы;

- тарату құрылғыларын қазандық ішінде орналастыру кезінде қарқынды салқындату қажеттілігі.

Сонымен қатар, өлшеулер көрсеткендей, фестонға жақын көлденең газ шығыны қимасында орташа температура  $1\ 000\ ^\circ\text{C}$  кезінде биіктігі бойынша температура айырмасы  $150\ ^\circ\text{C}$  жетеді. Сондықтан тазартудың ең жоғары тиімділігін қамтамасыз ету үшін процесті сандық үлгілеуге сәйкес  $NH_3/NO_x$

мольдық ара қатынасы реакция аймағындағы жергілікті температураларды ескере отырып, аммиактың қазу қимасы бойынша жиынтық нормаланған мәннен аспайтындай етіп өзгертілуі тиіс. Температурасы төмен аймақтарда аммиактың жоғары серпіні салдарынан аммиактың біркелкі таратылуы кезінде аммиак мөлшерінің төмендеуі қажеттілігіне байланысты тазарту дәрежесі төмен болады.

ПП 950/255 қазандығының номиналды бу жүктемесі үшін сандық үлгілеу нәтижелері және тас көмірді жағу кезінде тазалау дәрежесінің мынадай мәндеріне ( % ) әкеледі:

$\text{NH}_3$  тарату, оңтайландырылған жергілікті температура бойынша-71,4;

$\text{NH}_3$  біркелкі тарату бойынша - 52,7. Осылайша, басқа талаптармен қатар, әзірленетін құрылғыларда ең жоғары тиімділікті қамтамасыз ету үшін берілген біртекті емес реакциялық аймақтың қимасы бойынша аммиак таратылуы тиіс. Аммиакты (аммиак суын) тарату бойынша техникалық шешімдер қабылдау үшін реагенттерді таратудың келесі тәсілдеріне салыстырмалы техникалық-экономикалық зерттеулер жүргізілді:

- түтін газдарын рециркуляциялау жүйесін пайдалана отырып аммиакты тарату;

- конденсатпен сұйылтылған аммиак суын немесе карбамид ерітіндісін қазан төбесі мен қабырғаларында орналасқан форсункалар арқылы бүрку;

- аммиакты (аммиак суын немесе карбамид ерітіндісін) бумен қазандықтың қабырғаларында саптама орналастыра отырып енгізу;

- ыстық бу немесе тұрақты алысқа төзімді ауа ағынымен аммиакты қазандық ішінде орналасқан тесіктері көп тарату құбырлары арқылы тарату;

- қазандықтың ішінде орналасқан таратқыш құбырлар арқылы аммиакты тарату, қазандықтың жүктемелеріне байланысты ауа ағысының алыстығы өзгеріп тұрады.

Бұл тәсілдердің жоғарыда тұжырымдалған талаптарға сәйкестігін талдау кезінде түтін газдарының рециркуляциясы жүйесін қолдану аммиактың түтін газдарымен тез және қанағаттанарлық араластырылуын қамтамасыз етпейтіні анықталды, бұл процестің тиімділігін төмендетеді. Қазандардың қабырғаларында орналасқан саптама арқылы бумен аммиакты енгізу, сондай-ақ оның сұйылтылған ерітінділерін бүрку қуаты 50 МВт-қа дейінгі қазандықтар үшін ғана жарамды.

Карбамид ерітіндісін пайдалану кезінде газ өткізгіштегі түтін газдарымен аммиакты араластыру аймағын берілген бөлуді, яғни СНКВ-процестің жоғары тиімділігін қамтамасыз ету қиын. Бұл денитрификация процесінің алдындағы аммиактың бөлінуі су тамшылары толық буланғаннан кейін ғана басталады, ал соңғысының басталу сәті қатаң анықталуы мүмкін емес және тозаңның полидисперсті құрамына байланысты. Мысалы, диаметрі 100 және 300 мкм тамшылар буланатын, температурасы 1000°С ағынға 20 м/с жылдамдықпен енгізілетін жол ұзындығының жүргізілген есептеріне сәйкес 0,35-тен 2,7 м-ге дейін өзгереді.

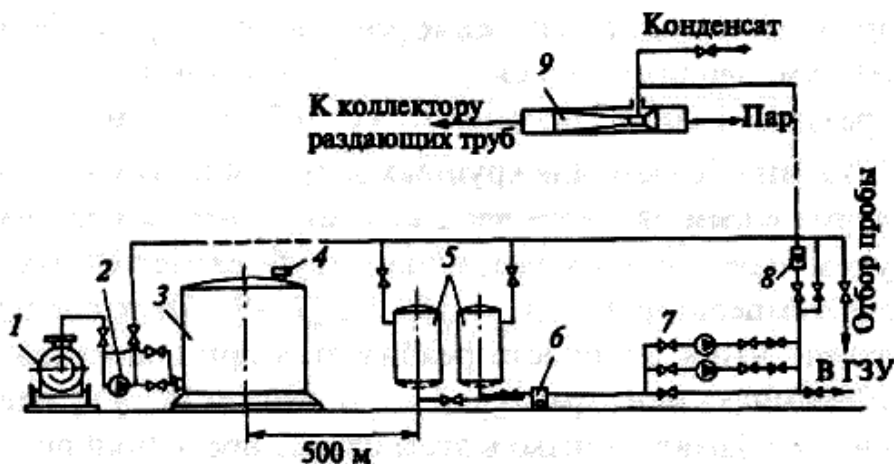
										Бет
										25
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

Осылайша, ірі энергетикалық қазандар үшін 1000°С...1100°С температура аймағында орналасқан тарату құбыр жүйесі арқылы бу немесе ауамен аммиакты енгізу оңтайлы болып табылады [7-9]. Бұл тарату тәсілі аммиакты немесе аммиак суын пайдалану кезінде ең оңай іске асырылады. Карбамид қолданылуы мүмкін. Алайда бұл жағдайда соңғысы алдын ала аммиакқа дейін айырбасталуы тиіс, бұл шетелдік ЖЭС-да жасалғандай. Аммиактың түтін газдарымен толық араластырылуына қол жеткізу үшін тарату құбырларында газдың температурасы мен жылдамдығының таралуын ескере отырып, осының диаметрі мен бағыты таңдалатын саңылаулардың көп саны болуы тиіс.

#### 4 СКЕҚК-технологиясын әзірлеу бойынша эксперименттік зерттеулер

Тольятти ЖЭО-да бумен тарататын тәжірибелі СКЕҚК-қондырғыларда бу шығыны 6 және 17 т/сағ құрайды, бұл қазандықтардың бу өнімділігінің шамамен 4%-ына тең. Бұл қондырғылардың принципті технологиялық схемалары ұқсас. 4.1 -суретте қазандыққа аммиак суын мөлшерлеу торабының және қойманың сұлбасы көрсетілген. Аммиак су цистерналарында темір жол немесе автомобиль көлігімен келіп түседі және одан кейін сорғымен көлемі 200 м<sup>3</sup> дейінгі станция бағына айдалады, одан әрқайсысы 13 м<sup>3</sup> екі шығыс бағына беріледі. Реагентті араластырғышқа мөлшерленетін екі сорғы-мөлшерлегіштің (біреуі резервте) көмегімен жібереді. Реагентті тарату үшін қысымы  $p=1,3$  МПа және температурасы 280°С бу қолданылады. Араластырғыш аммиакты су буланатын Вентури құбырынан тұрады.



- 1- цистерна; 2-сорғы; 3-станциялық сыйымдылық; 4-санитарлық баған; 5-шығыс бактары; 6-сүзгі тұндырғыш; 7-сорғы-дозаторлар; 8-шығын өлшегіш; 9-араластырғыш.

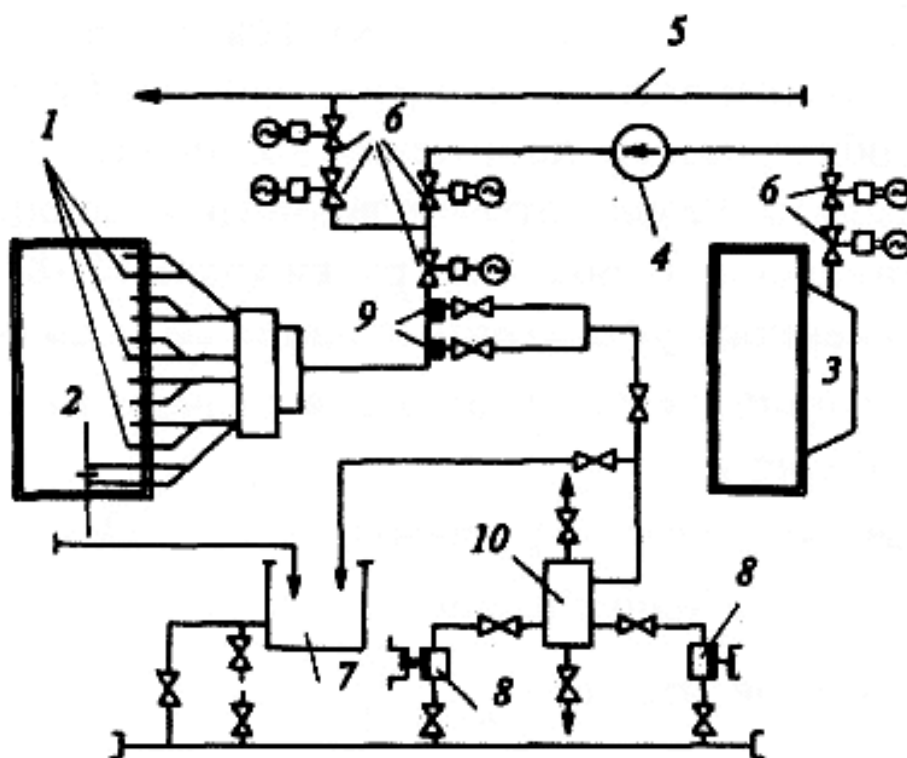
4.1 сурет – Тольятти ЖЭО қондырғысы қоймасының және СКЕҚК аммиакты суды мөлшерлеу торабының принципті технологиялық сұлбасы

Одан әрі қарай буаммиакты қоспа коллекторға түседі, ол жерден фестон алдындағы газ құбырының бұрылмалы шахтасында орнатылған тесілген тік тарату құбырлары бойынша жұмсалады.

Тольятти ЖЭО-да газ құбырының ені бойынша 1003 (диаметрі 2,0-3,5 мм).Саңылаулардың жалпы саны бар 20 тарату құбыры құрастырылды. Тесік осьтерінің бұрыштары 120 және 250°құрайды.

ЖЭО-ның СКЕҚК-қондырғыларында отын ретінде газ бен көмір мен мазутты пайдалану кезінде тазалау дәрежесі қазандықтардың бу жүктемелеріне байланысты және 43....58 %.интервалында өзгерді.

СКЕҚК-аммиакты рециркуляция газдарымен тарататын Кировакан ЖЭО қондырғысы болып келеді. Бұл қондырғының принципті технологиялық сұлбасы берілген. Рециркуляцияға газдарды іріктеу қазандықты ауа жылытқышпен қосатын газдан алынатын су экономайзерінің артынан жүзеге асырылады. Газдар 1000x600 мм қорап бойынша ВГДН-15 түтін сорғыш арқылы беріледі. Сорғыш және арынды учаскелерде ажыратқыш арматура орнатылған. Трассаның арынды бөлігі клапандарының арасында тығыздаушы ыстық ауаның ауа өткізгіші жүргізілген.



1-саптамалар; 2-қазан; 3-газ құбыры; 4-түтін сорғыш; 5-ыстық ауа; 6-клапандар; 7-аммиак суы бар бак; 8-сорғышар; 9-форсункалар; 10-ауа қалпағы.

4.2 сурет - Аммиакты рециркуляция газдарымен тарататын Кировакан ЖЭО қондырғысының СКЕҚК принципті технологиялық сұлбасы

Бактағы аммиакты су сорғымен рециркуляция газдарының байпас құбырында орнатылған форсункаларға аммиакты суды беру желісіне айдалады. Жобалық шығынды қамтамасыз ету үшін 40...120 л/сағ және аммиак суының ұсақ дисперсті тозаңы бүріккіштер алдындағы қысымы 0,4...1,0 МПа интервалда өзгереді. Аммиакпен рециркуляцияланатын газдар оттықтың жоғарғы бөлігінде қазандық қабырғасына орналасқан диаметрі 130 мм 12 саптама арқылы қазандыққа үрленеді. Олардың төмен қарай көлбеу бұрышы 35° құрады, бұл 4,0...6,9 м тең аммиак ағысының ену тереңдігін түгін газдарының рециркуляциясы дәрежесі 15...23 % кезінде қамтамасыз етеді.

Сынаулар қазандықтың бу жүктемесі 96... 112 т/сағ кезінде және  $\text{NH}_3/\text{NO}_x$  мольдық арақатынасының 0,4-тен 1,1-ге дейін өзгеруі кезінде жүргізілді. Бұл жағдайда тазарту деңгейі 30-50 % болды.

Үш тәжірибелік қондырғыларда алынған эксперименталды деректерді салыстырудан, аммиакты бумен тарату кезінде тазалау дәрежесі оны рециркуляция газдарымен енгізу кезіндегі көрсеткіштен жоғары болуы керек.

#### 4.1 Ақсу ЭС-да бас өнеркәсіптік СКЕҚК-қондырғыларын әзірлеу

Айтылған эксперименттік зерттеулерді, сондай-ақ СКЕҚК физико-химиялық және технологиялық негіздері туралы дамыған ұғымдарды ескере отырып, Пп-950/255 қазандығында бас өнеркәсіптік қондырғыны әзірлеу кезінде аммиакты бумен тарату тұжырымдамасы пайдаланылады. Бұл ретте келесі міндеттер қойылады: бу шығынын азайту, таратушы құбырлардың ұзақ ресурсын қамтамасыз ету және СКЕҚК-қондырғысын автоматты басқару жүйесін әзірлеу.

Аммиакты тарату әр түрлі диаметрдегі тесіктерді (2-ден 8 мм-ге дейін) пайдалану және түгін газының ағынына ағынның көлбеу бұрыштарын таңдау арқылы бу шығынын 17-ден 8 т/с дейін төмендетуге мүмкіндік беретін [17] сәйкес жүзеге асырылды.

Изотермиялық жағдайларда жүргізілген кинетикалық модельдеу:

- 1) температура 850-ден 1150°C-қа дейін өсуімен тазалау тиімділігі максимум арқылы өтеді;
- 2) аммиактың серпіні температураның өсуімен үздіксіз құлайды;
- 3) ең жоғары тазалау тиімділігін қамтамасыз ету үшін қажетті реакция уақыты температура жоғарылаған кезде құлайды;
- 4) азот оксидтерінің 1 моль бейтараптандыруға аммиак мөлшері, демек, реакциялық аймақтағы  $\text{NH}_3/\text{NO}_x$  мольдік қатынасы температураның өсуімен бірге өседі.

Осы заңдылықтарға сәйкес, газжолының барлық көлденең қимасы бойынша тазартудың жоғары тиімділігін қамтамасыз ету үшін аммиак жергілікті температуралар мен түгін газдарының жылдамдығын және қазандықтың бу жүктемесінің варьирленуі кезіндегі олардың өзгеруін ескере

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		28



отырып,көлденең қимасы бойынша біркелкі таратылуы тиіс. Сонымен қатар, реагенттерді идеалды араластыру реакциясы аймағында аммиактың болу уақытының салыстырмалы аз болуына байланысты қол жеткізу мүмкін емес және технологиялық пайымдаулар бойынша аммиактың серпіні 200 мг/м<sup>3</sup> деңгейінде нормаланады.

Аммиактың шығыны түгін газдарының шығынынан 0,1% кем. Сондықтан үлкен көлденең қимадағы газжолында оны газбен араластыруды қамтамасыз ету (ауданы, мысалы, Пп-950/255 қазандығы (шамамен 120 м<sup>2</sup>))үшін тек тасымалдаушы агентті – буды немесе ауаны пайдаланған кезде ғана мүмкін болады. Бұл таратқыш құбырлардың тесіктерінен шығатын ағыстардың алыс төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Біз тасымалдау агенті ретінде буды таңдап алдық, өйткені ол қондырғының технологиялық схемасын жеңілдетеді.

СКЕҚК-технологияларды игеру кезінде тарату құбырлардың орналасу орнымен, ағыстардың алысқа төзімділігімен және олардың газ ағынына қатысты бағытымен ерекшеленетін әртүрлі тарату түрлері салыстырылды. Тарату жүйесінің бірінші нұсқасында таратушы құбырлардың алдында қазандықтың газ өту қимасы бойынша аммиактың біркелкі таралуы қамтамасыз етілді, мұнда қазандықтың жылу есебі бойынша орташа температурасы 1000 °С. Ол үшін ағыс газ құбырының көлденең қимасының жазықтығына  $\alpha=30^\circ$  бұрышымен газ ағысына көлденең бағытталған. Ағыс жүйесін таңдауда эмпирикалық формулалар қолданылған L ағыс ағынының алыстығы үшін және D диаметріне оның араласу аймағы үшін:

$$L=2d \cdot \sin \alpha \cdot \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_r} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_r}}, \quad (3.4)$$

$$D=0,7 \cdot L. \quad (3.5)$$

мұнда d-тесіктен шығатын ағыстың диаметрі, р-тығыздық, w- жылдамдық, с -индексі ағысқа жатады, индекс г - газға.

$$\frac{x}{d} = \left( \frac{\rho_r \cdot \omega_r^2}{\rho_c \cdot \omega_c^2} \right)^{1,5} \cdot \left( \frac{y}{d} \right)^3 + \frac{y}{d} \cdot \text{ctg} \alpha \quad (3.6)$$

мұнда x - бұзу ағынының жылдамдығының бағыты бойынша ағыс осіндегі координат, ал y - перпендикуляр бағытта. Арнайы жүргізілген зертханалық эксперименттер тесіктердегі қысымның дыбыстан тыс ауытқуы кезінде олардың қолданылуы расталды.

Осы формулалардың көмегімен құбырлардағы тесіктер ағындардың араласу аймақтары газжолының барлық қимасын толтыратындай етіп таңдалынып алынуы тиіс, әрі көршілес араласу аймақтары олардың диаметрінен 1/3 кем емес жабылатындай болуы тиіс. Бу шығыны аммиакты

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
						29

тарату шарты бойынша ғана емес, сонымен қатар құбыр қабырғасының рұқсат етілген температурасын алу үшін де таңдалады, ол 650°C аспауы тиіс және температурасы 290°C буды пайдалану керек.

Тасымалдау буының шығынын айтарлықтай төмендету үшін оңтайлы температураға жақын аймақтарда араластырылуды қамтамасыз ету және бір мезгілде тарататын құбырлардың суыту жағдайын жақсарту үшін аммиакты ылғалды бумен беру қажет, яғни аммиакты суды толығымен буламау қажет. Бұл ретте тесіктерден ағыстар газ ағынына қатысты қарама-қарсы жіберіледі. Әрбір құбырға аммиак суының бірдей шығынын беру және оның ұсақ тозандауын беру үшін әрбір құбырға кіре берісте тар қимасында будың сыни жылдамдығына қол жеткізілетін, ал су аз диаметрлі саңылаулар арқылы тамырдан төмен енгізіледі. Тольятти ЖЭО-да қарсы ағысты есептеу үшін жартылай эмпирикалық қатынастар қолданылды:

$$L \approx 2,75d\mu, \quad (3.7)$$

$$D \approx 2,4 d\mu, \quad (3.8)$$

$$\mu = \sqrt{\frac{\rho_c \cdot \omega_c + \rho_r - \rho_r}{\rho_r \cdot \omega_r}}. \quad (3.9)$$

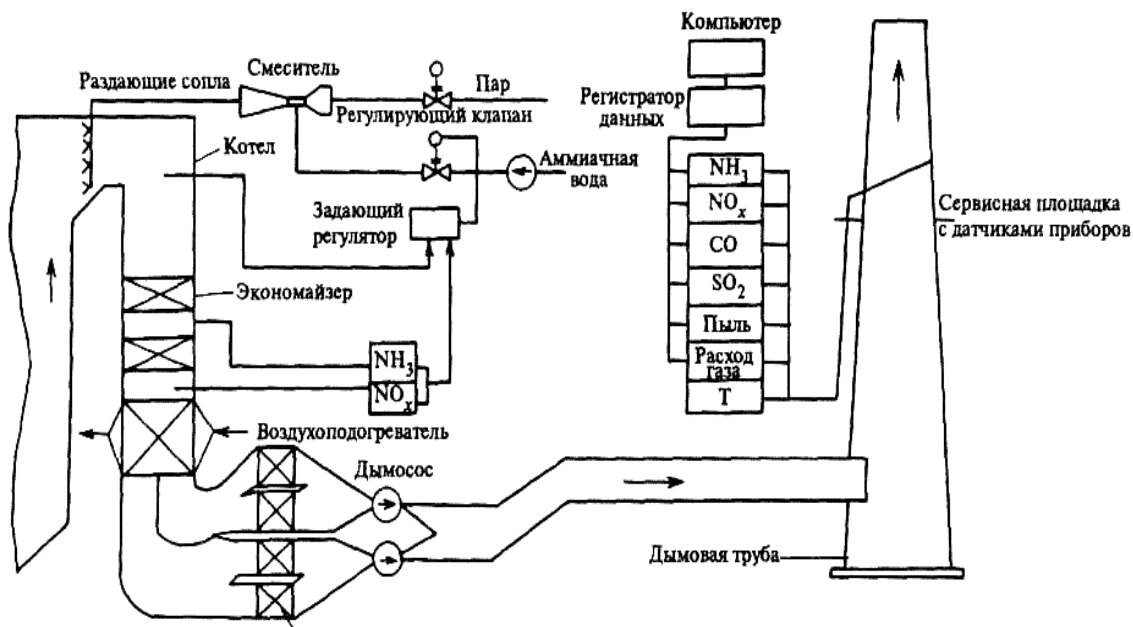
Мұнда газ ағынындағы  $P_r$  қысымынан ағынның ең аз қимасындағы  $P_c$  қысымының айырмашылығы ескеріледі. Есептеу нәтижесінде температурасы төмен аймақтарда ағынның 2-3 м жоғары ағынға өтуін қамтамасыз ететін тесіктердің бөлінуі іріктелді, мұнда температура шамамен 200°C жоғары болып келеді. Бу шығысының ұлғаюы есебінен алысқа төзімділікті арттыру мүмкіндігі бар, бұл қазандық жүктемесінің төмендеуі кезінде қажет. Сондай-ақ көршілес араласу аймақтарын 0,4 D-ге жабу да сенімді қамтамасыз етіледі.

Құбырларды ылғалды бумен салқындату олардың температурасын бірнеше есе азайған кезде қыздырылған бумен салқындатумен салыстырғанда төмендетуге мүмкіндік береді. 8 т/сағ тең минималды шығын және әрқайсысының диаметрі 38 x 2,5 мм және жоғарғы — 28 x 4 болатын 10 құрамдас таратқыш құбырларды пайдалану ұсынылды.

ЖЭО-ның СКЕКҚ-қондырғысын автоматтандыру үшін аммиакты суды мөлшерлеу және түтін құбырындағы зиянды шығарындыларды бақылау жүйесі әзірленді (4.3 сурет). Реттеуіш каскадтық схема бойынша орындалған және екі контурдан тұрады:

- аммиак суын беру желісінде орнатылған реттеуші клапанды басқаратын аммиак суының шығынын реттегіш;

- NO<sub>x</sub> жалпы шығарындыларының берілген және ағымдағы мәндері арасындағы келісу сигналын және кететін газдардағы O<sub>2</sub> және NH<sub>3</sub> концентрациялары бойынша сигналын қабылдайтын және орындаушы реттеушіге тапсырманы қалыптастыратын реттегіш.



4.3 сурет – СКЕҚК-қондырғысымен жабдықталған қазандық қондырғысының қарапайым технологиялық сұлбасы және түтін құбырындағы зиянды шығарындыларды бақылау жүйесі

4.1-кестеде қазандықтың номиналды жүктемесі кезінде және аммиактың серпіні  $200 \text{ мг/м}^3$ -ден кем кезінде тазартудың тиімділігінің мәні келтірілген. СКЕҚК-қондырғысын пайдалану көмірді жағу кезінде  $\text{NO}_x$  ( $\alpha = 1,4$ ) шығарындыларын 550-ге дейін және табиғи газда  $-116 \text{ мг/м}^3$ -ге дейін төмендетуге мүмкіндік береді.

Бұл ретте тазарту дәрежесі 40 және 49%, аммиактың газжолы қимасы бойынша біркелкі таралуы үшін теориялық мүмкін мәнге (52,7 %) жақын. Жергілікті температура бойынша оңтайландырылған аммиактың таралуын пайдалану кезінде және түтін газдары ағынының сызықтық жылдамдықтарындағы айырмашылықтарды назарға ала отырып,  $\text{NO}_x$ -тан тазарту дәрежесі шамамен 70 % құрайды.

СКЕҚК-қондырғысының аммиакты суының сақталу қоймасы мен мөлшерлеп беру түйінінің технологиялық сызбасын Тольяттинск ЖЭО схемасына ұқсас қабылдаймыз (4.1 сурет). Аммиакты су цистерналарда темір жол немесе автомобиль көлігімен келіп түседі және одан кейін сорғымен көлемі  $200 \text{ м}^3$  станция бағына айдалады, одан әрқайсысының көлемі  $13 \text{ м}^3$  болатын екі шығыс бағына мезгілімен беріледі. Реагенттің араластырғышқа мөлшерлеп берілуі екі мөлшерлегіш-сорғының (біреуі резервте) көмегімен жүзеге асырылады. Реагентті тарату үшін қысымы  $p=1,3 \text{ МПа}$  және температурасы  $280^\circ\text{C}$  бу қолданылады, ал араластырғыш аммиак суы буланатын Вентури құбыры түрінде келеді.

#### 4.1 кесте – Тазартудың болжамды әсері

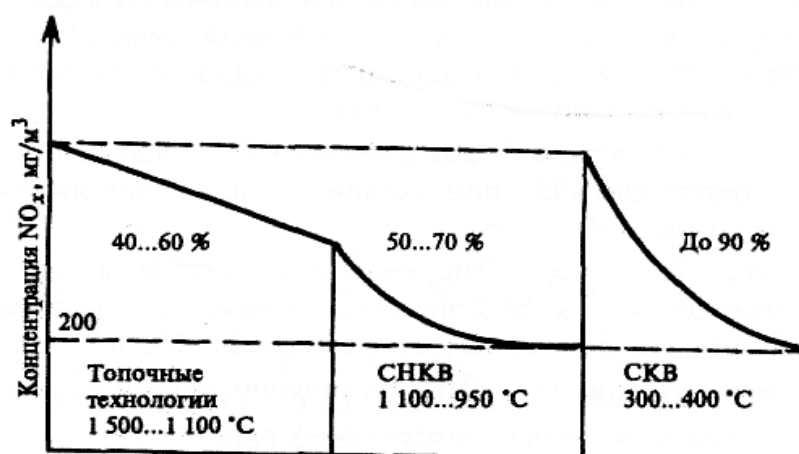
Отын түрі	Тазартылмаған газдағы концентрация			Тазартудың тиімділігі	
	NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> / NO <sub>x</sub> ,	O <sub>2</sub> , %	Тазарту дәрежесі, %	NO <sub>x</sub> мг/м <sup>3</sup> концентрациясы ( $\alpha = 1,4$ )
Көмір	1200	0,9	4,0	40	550
Табиғи газ	336	1,15	1,5	49	116

#### 4.2 NO<sub>x</sub> меншікті шығарындылары мен СКЕҚК-технологиясы

Газ жағатын ЖЭС-ның бір бөлігін көмірге ауыстыру көзделіп отырғандықтан, зиянды шығарындылардың көлеміне қойылатын нормативтік талаптардың қаталдануы болжанады. Осы жобада жүргізілген талдаудың нәтижесінде NO<sub>x</sub> шығарындыларының терең төмендеуі келесі тәсілдер арқылы жүзеге асырылатынын көрсетті (4.4 сурет):

- қазандықтарды СКВ-қондырғылармен жабдықтау, оларды пайдалану кезінде тазарту тиімділігі 90% - ға жетеді. NO<sub>x</sub> түтін газдарында тазартуға дейін көлемі 1800...2000 мг/м<sup>3</sup> болып, тазартудан кейін эмиссиясы 200 мг/ м<sup>3</sup> дейін төмендеуі мүмкін. Бұл әдіс ЕО дамыған елдерінде жаңадан салынған және ұзақ уақыт бойы жұмыс істеп тұрған қазандықтар үшін пайдаланылады, алайда СКВ-қондырғыларды салуға жоғары капиталды шығындардың болуы (50 дол/кВт дейін), сондай-ақ отандық катализаторлардың болмауы таяудағы жылдары осы технологияны кеңінен қолдану мүмкіндігін болдырмайды;

-ошақтағы іс-шаралар мен жобада қарастырылған СКЕҚК-технологиясын бір мезгілде қолдану арқылы.



4.4 сурет – Ошақтық, сондай-ақ СНКВ-және СКВ-технологияларды пайдалану кезінде қазандықтардағы азот оксидтерінің эмиссиясын төмендетуі

Қатты қож шығаратын жаңа қазандықтар үшін ошақтық технологияларды енгізу  $\text{NO}_x$  концентрациясын  $300\text{...}350 \text{ мг / м}^3$ -ке дейін төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда ЕО елдерінде қабылданған норматив —  $200 \text{ мг/м}^3$  —СКЕҚК-технологиясының 43% тең тиімділігі кезінде оңай жүзеге асырылады.

Сұйық қож шығаратын жаңа қазандықтарда  $200 \text{ мг/м}^3$  нормативтік мәнге қол жеткізу үшін СКЕҚК-технологиясының тиімділігі 65% құрауы тиіс, бұл жергілікті температуралардың өзгеруін ескере отырып, газжолы қимасы бойынша аммиакты тарату жолымен қол жеткізілуі мүмкін.

СНКВ-қондырғысының капиталды шығындары СКВ-қондырғысына қарағанда шамамен 13 есеге аз болып келеді.

Осылайша, 4.4 суретте көрсетілген  $\text{NO}_x$  шығарындыларын терең тазарту әдістерінің арасында СКЕҚК-технологиясы мен ошақтық іс-шараларды қатар қолдану әдісі ең оытайлы шешім болып табылады.

									Бет
									33
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

## 5 Пп-950/255 қазандық қондырғысының жылулық есебі

### 5.1 Берілген мәндер

Ошақ камерасында болатын күрделі физико-химиялық процестер аэродинамика мен жануды ескере отырып, жылу алмасудың нақты шарттарына толық жауап беретін есептеу әдістерін жасауды талап етеді. Жылулық есептің мәні әр түрлі элементтердегі жұмыс денесінің жылдамдығын, жылу беру коэффициенттерін, тракттің әр түрлі нүктелеріндегі температураларын анықтау болып табылады. Сонымен қатар, осы және басқа деректерге сәйкес қыздыру беттерінің қажетті аудандары таңдалынады. Нормативтік әдістің талаптарын ескере отырып, Екібастұз көмірін жағу кезінде Ақсу МАЭС-інің ПП 950-255 қазандық агрегатының қыздыру беттерін есептеу әдістемесі 5.1-кестеде келтірілген.

5.1 кесте - Берілген мәндер

Аталуы	Белгіл-уі	Өлш.бір	Мәні
Біріншілік бу бойынша өндірулігі	$D_{\text{бір}}$	т/сағ	950
Екіншілік бу бойынша өндірулігі	$D_{\text{екін}}$	т/сағ	760
Біріншілік будың шығардағы қысымы	$P_{\text{шығ}}^{\text{бір}}$	ата	250
Екіншілік будың шығардағы қысымы	$P_{\text{шығ}}^{\text{екін}}$	ата	39,5
Біріншілік будың шығардағы температурасы мен энтальпиясы	$t_{\text{шығ}}^{\text{б}}$ $i_{\text{шығ}}^{\text{б}}$	°С кДж/кг	565 3396,13
Екіншілік будың кірістегі температурасы мен энтальпиясы	$t_{\text{кір}}^{\text{е}}$ $i_{\text{кір}}^{\text{е}}$	°С кДж/кг	330 3039,15
Екіншілік будың шығардағы температурасы мен энтальпиясы	$t_{\text{шығ}}^{\text{е}}$ $i_{\text{шығ}}^{\text{е}}$	°С кДж/кг	570 3607,05
Қоректік судың температурасы мен энтальпиясы	$t_{\text{кс}}$ $i_{\text{кс}}$	°С кДж/кг	265 1157,15
Отынның төменгі жану жылуы Екібастұз тас көмірі	$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$	°С кДж/кг	14610
Суық ауаның температурасы	$t_{\text{са}}$	°С	30 °С

### 5.2 Қыздыру беттерінің геометриялық сипаттамалары

Ширмалық буды аса қыздырғыш 1 – 2 ст.

Бір қазанға ширма саны 1 ст. – 64 дана.

2 ст. – 64 дана.

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
						34

Ширма арасындағы қашықтық – 324 мм.

Құбырдың диаметрі мен қабырға қалыңдығы

$$d \times S = 32 \times 6 \text{ мм} \quad (4.1)$$

Ширмадағы параллель қосылған құбырлар саны – 11 шт.

$$S_1/d = 38/32 = 1,185 \quad (4.2)$$

Бу жүрісі бойынша параллель қосылған құбырлардың жалпы саны

$$\Pi = 11 \times 64 = 704 \text{ шт.} \quad (4.3)$$

Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы

$$S_{\text{эф}} = \frac{1,8}{\frac{1}{0,324} + \frac{1}{5} + \frac{1}{1,81}} = 0,468 \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

Қыздыру беті

$$H_{\text{п}} = (1,81 \cdot 5 - 3,74 \cdot 0,238) \cdot 2 \cdot 64 \cdot 0,97 = 1010 \text{ м}^2 \quad (4.5)$$

Ширманың сәулелі беті  $H_{\text{п}}^{\text{III}} = 137 \text{ м}^2$

Конвективт-  $H_{\text{к}}^{\text{III}} = 1010 - 137 = 873 \text{ м}^2$

Ширмалық буды аса қыздырғыш 3 – 4 ст.

Қазандағы ширма саны 3 ст. – 64 шт.

4 ст. – 64 шт.

Ширма арасындағы қашықтық – 324 мм.

Құбырдың диаметрі мен қабырға қалыңдығы

$$d \times S = 32 \times 6 \text{ мм}$$

Ширмадағы параллель қосылған құбырлар саны – 11 шт

$$S_1/d = 38/32 = 1,185$$

Бу жүрісі бойынша параллель қосылған құбырлардың жалпы саны

$$\Pi = 13 \times 64 = 832 \text{ шт.}$$

Бу өтуге арналған қима

$$f_{\text{п}} = 832 \cdot 0,785 \cdot 0,017^2 = 0,189 \text{ м}^2 \quad (4.6)$$

Газ өтуге арналған қима

$$F_{\text{г}} = 2 \cdot 5,6(10,76 \cdot 0,032 \cdot 32) = 110 \text{ м}^2 \quad (4.7)$$

Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы

$$S_{\text{эф}} = \frac{1,8}{\frac{1}{0,324} + \frac{1}{5} + \frac{1}{2,116}} \cdot \frac{2,116 + 0,5 \cdot 1,4}{2,116} = 0,64 \text{ м}^2$$

									Бет
									35
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

Қыздыру беті  $N_{\pi} = (2,116 \cdot 5 - 3,74 \cdot 0,238) \cdot 2 \cdot 64 \cdot 0,97 = 1190 \text{ м}^2$

1 және 2 сатылы конвективті аралық бұ қыздырғыш

Құбырдың диаметрі мен қабырға қалыңдығы

$d \times S = 57 \times 4$  и  $57 \times 5$  мм

Құбырлардың салыстырмалы адымдары  $S_1/d = 140/57 = 2,46$ ;  $S_2/d = 80/57 = 1,4$

Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы

$S_{\text{эф}} = (1,87 \cdot 3,86 - 4,1) \cdot 0,057 = 0,178$

Параллель қосылған құбырлар саны  $\Pi = 34 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 = 544$  шт

Бү өтуге арналған қима

1 ст.  $f_{\pi} = 544 \cdot 0,785 \cdot 0,049^2 = 1,02 \text{ м}^2$

2 ст.  $f_{\pi} = 544 \cdot 0,785 \cdot 0,047^2 = 0,942 \text{ м}^2$

Газ өтуге арналған қима

$F_r = 4 \cdot 11(4,82 - 34 \cdot 0,057) = 128 \text{ м}^2$

Әр пакеттің қыздыру беттері 1 ст  $H = 544 \cdot \pi \cdot 0,057 \cdot 11 \cdot 3 = 3210 \text{ м}^2$

2 ст  $H = 3210 - 122 = 3088 \text{ м}^2$

Өтпелі аймақ

Максималды жылусыйымдылық аймағы (өтпелі аймақ )

Құбырдың диаметрі мен қабырға қалыңдығы

$d \times S = 32 \times 4$  мм

Құбырлардың салыстырмалы адымдары

$S_1/d = 70/32 = 2,19$  мм;  $S_2/d = 40/32 = 1,25$  мм

Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы

$S_{\text{эф}} = (1,87 \cdot 3,433 - 4,1) \cdot 0,032 = 0,0743$  мм

Параллель қосылған құбырлар саны  $\Pi = 67 \cdot 2 \cdot 4 = 536$  шт

Газ өтуге арналған қима

$F_r = 4 \cdot 11(4,88 - 67 \cdot 0,032) = 119 \text{ м}^2$

Қыздыру беті  $H = 536 \cdot 0,032 \cdot \pi \cdot 11,24 = 14200 \text{ м}^2$

### 5.3 Отын және жану өнімдері

Отын : Екібастұз көмірі

Жұмыстық масса құрамы:

$C^p = 38,4\%$   $H^p = 2,7\%$

$O^p = 6,9\%$   $N^p = 0,8\%$

$S^p = 0,6\%$   $A^p = 45,6\%$

$W^p = 5,0$

$$\begin{aligned} & C^p + H^p + O^p + N^p + S^p + A^p + W^p = \\ & = 38,4 + 2,7 + 6,9 + 0,8 + 0,6 + 45,6 + 5,0 = 100\% \end{aligned} \quad (4.8)$$

Отынның максималды ылғалдлығы  $W_p^{\text{макс}} = 5\%$

Жанғыш қоспадағы ұшпа заттардың мөлшері  $V_r = 25\%$

									Бет
									36
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ



Отынның жұмыстық массасының төменгі жану жылуы  $Q_p^H = 14610$  МДж (3490 ккал/кг)

$T_1 = 1180^\circ\text{C}$  – деформациялану температурасы

$T_2 = 1500^\circ\text{C}$  – жұмсару температурасы

$T_3 > 1500^\circ\text{C}$  – сұйық күй температурасы

Ауаның және жану өнімдерінің көлемін есептеу

Бір килограмм отынды жағу үшін қажетті құрғақ ауаның теориялық мөлшері:

$$V_0 = 0,0889(C^p + 0,375S^p) + 0,265H^p - 0,0333O^p \quad (4.9)$$

$$V_0 = 0,0889(38,4 + 0,375 \cdot 0,6) + 0,265 \cdot 2,7 - 0,0333 \cdot 6,9 = 3,919 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Артық ауа еселеуіші

- ошақта және II сат. аралық буқызырғыш алдында  $\alpha_T = 1,15$

- аралық буқызырғыш пакетінің шығысында  $\alpha_{\text{III II}} = 1,16$

- I сат. аралық бу қыздырғыштан кейін  $\alpha_{\text{III I}} = 1,17$

- сулық экономайзерден кейін  $\alpha_{\text{ЭК}} = 1,18$

- регенеративті ауа қыздырғыштан кейін  $\alpha_{\text{В/П}} = 1,30$

Жану өнімдерінің көлемі

Отын толық жанған кезде жану өнімдерінің көлемі  $V_0 (\alpha = 1)$

Азоттың теориялық көлемі

$$V = 0,79V^0 + 0,8N^p/100 \quad (4.10)$$

$$V_N = 0,79 \cdot 3,919 + 0,8 \cdot 0,8/100 = 3,1021 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Үш атомды газдар көлемі

$$V_{\text{RO}} = 1,866(C^p + 0,375S^p)/100 \quad (4.11)$$

$$V_{\text{RO}} = 1,866(38,4 + 0,375 \cdot 0,6)/100 = 0,7207 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Су буының теориялық көлемі

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,111H^p + 0,0124W^p + 0,0161V^0 \quad (4.12)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,177 \cdot 2,7 + 0,0124 \cdot 5 + 0,0161 \cdot 3,919 = 0,4248 \text{ м}^3/\text{кг}$$

									Бет
									37
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

## 5.4 Жану өнімдерінің сипаттамасы және энтальпиясын есептеу

5.2 кесте – Жану өнімдерінің сипаттамасы

Шамалар атауы	Өлш	$V^0=4,09 \text{ м}^3/\text{кг}; V_{\text{RO}_2}=0,76 \text{ м}^3/\text{кг};$ $V^0_{\text{N}_2}=3,24 \text{ м}^3/\text{кг}; V^0_{\text{H}_2\text{O}}=0,478 \text{ м}^3/\text{кг}$				
		Ошақ та және II сат. АБҚ алдында	II сат. АБҚ	I сат. АБҚ	Экон омай зер	АҚ
1	2	3	4	5	6	7
Газ үшін артық ауа коэффициенті $\alpha$		1,15	1,16	1,17	1,18	1,30
Газ өткізгіштегі артық ауа коэффициентің орташа мәні $\alpha_{\text{ср}}$		1,15	1,15	1,16	1,17	1,24
Су буының орташа көлемі $V_{\text{H}_2\text{O}}=V_{\text{H}_2\text{O}}^0+0,016V^0(\alpha_{\text{ср}}-1)$	$\text{м}^3/\text{кг}$	0,43	0,44	0,43	0,43	0,44
Жану өнімдерінің орташа суммалық көлемі $V_{\text{r}}=V_{\text{RO}_2}+V_{\text{N}_2}^0+V_{\text{H}_2\text{O}}+(\alpha_{\text{ср}}-1)V$	$\text{м}^3/\text{кг}$	4,8	4,8	4,9	4,9	5,4
Су буының үлесі $\Gamma_{\text{H}_2\text{O}}=\frac{V_{\text{H}_2\text{O}}}{V_{\text{r}}}$		0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
Үшатомды газдар үлесі $\Gamma_{\text{RO}_2}=\frac{V_{\text{RO}_2}}{V_{\text{r}}}$		0,14	0,15	0,14	0,14	0,14
Су буының және үшатомды газдардың суммалық үлесі $\Gamma=\Gamma_{\text{H}_2\text{O}}+\Gamma_{\text{RO}_2}$		0,23	0,24	0,23	0,23	0,22
Газ жолындағы күлдің концентрациясы	$\text{гр}/\text{м}^3$	0,067	0,066	0,066	0,07	0,06

5.3 кесте – Жану өнімдерінің жылулық құрамы

Температура		$J^0_{\Gamma}$			$J^0_{B}$				$J = J^0_{\Gamma} + (\alpha-1)J^0_{B}; \text{кДж/кг}$			
°C	кДж	кДж		$\alpha_{\Gamma} = 1,15$	$\alpha_{\text{кпп}} = 1,16$	$\alpha_{\text{пп II}} = 1,17$			$\alpha_{\text{эк}} = 1,18$	$\alpha_{\text{взп}} = 1,30$		
	кг	кг	J	$\Delta J$	J	$\Delta J$	J	$\Delta J$	J	$\Delta J$	J	$\Delta J$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2000	14358	12017	17249	234	17369							
1900	13564	11362	16302	243	16416							
1800	12775	10708	15328	234	15435							
1700	11987	10061	14391	238	14491							
1600	11202	9418.5	13428	229	13522							
1500	10425	8775.7	12507	232	12595							
1400	9655	8136.8	11561	238	11642							
1300	8890.8	75017.9	10605	226	10680							
1200	8154.2	6874.8	9707	220	9776							
1100	7401.7	6251.6	8814	220	8877	221						
1000	6664.6	5636.2	7936	216	7992	218						
900	5930.8	5028.7	7064	214	7114	215						
800	5207.4	4425.1	6203	210	6247	213	6292	211				
700	4500.7	3837.2	5363	204	5353	205	5439	209				
600	3805.9	3253.2	4536		4569	200	4601	202				
500	3127.3	2684.8	3728		3755	196	3782	198	3808	200	4131	
400	2466.6	2124.3	2941		2962		2983	193	3004	193	3259	211
300	1824.9	1579.5	2176				2207		2223	189	2413	203
200	1198.4	1046.5	1428						1460		1585	200
100	591.36	520.12	704,4				714		719,9		782,4	

## 5.5 Жылулық баланс және отын шығыны

5.4 кесте – Қазандықтың ПӘК-ін және отын шығынын есептеу

Атауы	Формула	Өлшем бірлігі	Мәні
1 кг отынға арналған бар жылу	$Q_p^p = Q_n^p$	кДж/кг	14610
Шығар газдар температурасы	$\vartheta_{yx}$ – пен алынады	°C	138
Шығар газдар энтальпиясы	$J_{yx}$	кДж/кг	1087,63
Суық ауаның энтальпиясы	$J_{xb}^0 (t = 30^\circ C)$	кДж/кг	156,04
Хим. және мех. толық жанбаудан келетін шығыны	$q_3$	%	0,5
	$q_4$	%	1,5
Шығар газдардың жылу шығыны	$q_2 = ((J_{yx} - \alpha_{yx} J_{xb}^0) \cdot (100 - q_4)) / Q_n^p$	%	5,106
Қоршаған ортаға кететін жылу шығыны	$q_5$	%	0,11
Жылу сақтау коэффициенті	$J = 1 - q_5 / 100$		$1 - 0,11 / 100 = 0,998$
Қождың жылуымен физиалық кететін шығын	$q_6 = a_{шл}(ct)_{шл} A^p / Q_n^p$	%	0,35
Жылулық шығын суммасы	$\Sigma q = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$	%	$5,1 + 0,5 + 1,5 + 0,11 + 0,35 = 7,67$
Агрегаттың ПӘК-і	$\eta = 100 - \Sigma q$	%	$100 - 7,67 = 91,323$
Бүркетін су мөлшері	$x$	%	7,0
Бүркетін су энтальпиясы	$i_{впр}$	кДж/кг	1157,44
Агрегатта пайдалы пайдаланылған жылу	$Q_{агр} = D(i_{пп} - i_{пв}) + D_{вт}(i_{вт}'' - i_{вт})$	кДж/кг	$950/3,6 (3396,1 - 1157,2) + 760/3,6 (3607,1 - 3039,2) = 2558,6 \cdot 10^6$
Нақты отын шығыны	$B = 100 Q_{агр} / (Q_p^p \cdot \eta)$	кг/ч	189692
Отынның есептік шығыны	$B_p = B(100 - q_4) / 100$	кг/ч	186847

## 5.6 Ошақты және қыздыру беттерін есептеу

5.5 кесте – Ошақ камерасын есептеу

Атауы	Формула	Өлшем бірлігі	Мәні
Ошақ камерасының көлемі	$V_T$	$m^3$	4520
Толық сәулеқабылдағыш бет	$\Sigma \xi H_{\text{д}}$	$m^2$	1085
Ошақты экрандау дәрежесі	$\psi \xi$		$0,45 \cdot 0,99 = 0,4455$
Газ темп-ң максимумының салыстырмалы биіктігі	$X = h_T/h_T + 0,05$		$6/30,1 + 0,05 = 0,243$
Факелдың қаралық дәрежесі	$a_{\phi} = a_{\text{св}}$		0,8
Есептік коэффициент	$M = A - B \cdot X$		$0,59 - 0,5 \cdot 0,243 = 0,469$
Ошақтың қаралық дәрежесі	$a_T = a_{\phi} / (a_{\phi} + (1 - a_{\phi}) \psi \xi)$		$0,8 / (0,8 + (1 - 0,8) \cdot 0,4455) = 0,899$
Ошақтағы артық ауа коэффициенті	$\alpha_T$		1,15
Ошаққа жіберетін ауа	$\Delta \alpha_T$		0,05
Тозаң дайындау жүйесіне ауа жіберу	$\Delta \alpha_{\text{СП}}$		0
Ауа мөлшерінің теориялық қажет ауаға қатынасы	$\beta''_{\text{ВП}} = \alpha_T - \Delta \alpha_T - \Delta \alpha_{\text{СП}}$		$1,15 - 0,05 - 0 = 1,1$
Ыстық ауа температурасы	$t_{\text{ГВ}}$	$^{\circ}\text{C}$	352
$t_{\text{ГВ}}$ кезінде теориялық қажет ауа мөлшерінің энтальпиясы	$J^0_{\text{ГВ}}$	кДж/кг	1862,86
Ауа мөлшері энтальпиясы	$J^0_{\text{ХВ}}$	кДж/кг	156,04
Ошаққа ауамен енгізілер жылу	$Q_B = \beta''_{\text{ВП}} J^0_{\text{ГВ}} + (\Delta \alpha_T + \Delta \alpha_{\text{СП}}) J^0_{\text{ХВ}}$	кДж/кг	$1,1 \cdot 1862,8 + 0,05 \cdot 156,1 = 2056,95$
Ошаққа бөлінген жылу	$Q_T = Q_p(100 - q_3 - q_6)/100 + Q_B - Q_{\text{В.ВН.}}$	кДж/кг	16570,38
Жанудың теориялық температурасы	$\vartheta_a$	$^{\circ}\text{C}$	1931,17
1 $m^2$ қыздыру бетіне бөлінетін жылу	$BQ_T/(JH_{\text{д}})$	кДж/ $m^2$ ч	$189692 \cdot 16570,1 / (1085) = 2897 \cdot 10^3$
Ауа мөлшері энтальпиясы	$J^0_{\text{ХВ}}$	кДж/кг	156,04

5.6 кесте – Ошақтағы жылудың бөлінуі

Атауы	Формула	Өлшем бірлігі	Мәні
Орташа жылулық жүктеме	$q_{cp} = Q_{л}/\xi N_{л}$	кДж/м <sup>2</sup> кг	4720/1085 = 4,351
Төбенің жылу қабылдауы	$Q_{пот} = y \cdot q_{cp}(\xi H)_{пот}$	кДж/кг	0,6·4,351·35,4 = 92,42
ЖРБ жылу қабылдауы	$Q_{ВРЧ} = y \cdot q_{cp}(\xi H)_{ВРЧ}$	кДж/кг	0,7·4,351·33 = 100,51
Ширмадан шығардағы сәулелік жылу	$Q_{ПП} = y \cdot q_{cp}(\xi H)_{ПП}$	кДж/кг	0,75·4,351·136 = 414,22
ОРБ жылу қабылдауы	$Q_{СРЧ} = y \cdot q_{cp}(\xi H)_{СРЧ}$	кДж/кг	1·4,351·386 = 1679,49
Суық воронканың жылу қабылдауы	$Q_{хв} = y \cdot q_{cp}(\xi H)_{хв}$	кДж/кг	1·4,351·0 = 0
ТРБ жылу қабылдауы	$Q_{НРЧ} = Q_{л} - \Sigma Q$	кДж/кг	4720,31 – 92,42 – 100,51 – 414,22 – 1679,4 – 0 = 1936,54
Суық құйғышта судың жылулық құрамының өсуі	$\Delta i_{хв} = Q_{хв} V_p / D$	кДж/кг	0·186847/(0,93·950·10 <sup>3</sup> ) = 0
ТРБ-те жылулық құрамының өсуі	$\Delta i_{НРЧ} = Q_{НРЧ} V_p / D$	кДж/кг	1936,54·186847/(0,93·950·10 <sup>3</sup> ) = 409,55
ОРБ-те жылулық құрамының өсуі	$\Delta i_{СРЧ} = Q_{СРЧ} V_p / D$	кДж/кг	1679,49·186847/(0,93·950·10 <sup>3</sup> ) = 355,19
ТРБ кіре берістегі судың жылу мөлшері мен температурасы	$i_t$	кДж/кг °С	1157,15 265
ТРБ шығысындағы	$i''_{НРЧ} = i' + \Delta i_{НРЧ}$	кДж/кг	1157,15 + 409,55 = 1566,7

5.7 кесте – Ошақтан ширмаға түсетін жылудың таралуы

Ошақтан жылу алатын ширма бетінің ауданы	$H_{\text{ок}}^{\text{III}} \Pi_1 / \Sigma \Pi = M^2$		$302 \cdot 32 / 36 = 274$
Ошақтан сәулелік жылу алатын ширмадағы төбенің бетінің ауданы	$H_{\text{ок}}^{\text{пот}} \Pi_2 / \Sigma \Pi = M^2$		$302 \cdot 2 / 36 = 14$
Ошақтан сәулелік жылу алатын ширмадағы ЖРБ бетінің ауданы	$H_{\text{ок}}^{\text{ВРЧ}} \Pi_3 / \Sigma \Pi = M^2$		$302 \cdot 2 / 36 = 14$
Төбенің жалпы жылу қабылдау	$Q = Q_{\text{пот}}^{\text{T}} + Q_{\text{пот}}^{\text{шI}} + Q_{\text{пот}}^{\text{шII}} + Q_{\text{пот}}^{\text{ПК}} + Q_{\text{п}}$	кДж/кг	350,59
ЖРБ жалпы жылу қабылдау	$Q = Q_{\text{ВРЧ}}^{\text{T}} + Q_{\text{ВРЧ}}^{\text{шI}} + Q_{\text{ВРЧ}}^{\text{шII}} + Q_{\text{ВРЧ}}^{\text{ПК}} + Q_{\text{п}}$	кДж/кг	454,63
Төбенің кіреберісіндегі жылу мөлшері	$i_{\text{пот}} = i_{\text{СРЧ}}$	КДж/кг	2871,7
Төбенің кіреберісіндегі температура	$t_{\text{пот}} = t_{\text{СРЧ}}$	°С	458
Төбеден шыққандағы жылу мөлшері	$i_{\text{пот}}$	КДж/кг	$2871,7 + 350,59 \cdot 186847 / (0,93 \cdot 950 \cdot 10^3) = 2945,8$
Төбеден шыққандағы температурасы	$t_{\text{пот}}$	°С	460
ЖРБ шығысындағы аймақтың жылу мөлшері	$i_{\text{ВРЧ}} = i_{\text{ВРЧ}} + Q/D$	кДж/кг	$2945,8 + 100,5 \cdot 186847 / (0,93 \cdot 950 \cdot 10^3) = 2966,2$
ЖРБ шығысындағы аймақтың температурасы	$t_{\text{ВРЧ}} t_{\text{пот}}$	°С	470

5.8 кесте – Бұрылу камерасын есептеу

Атауы	Формула	Өлшем бірлігі	Мәні
Сәуле шығаратын қабаттың тиімді қалыңдығы	$S_{эф} = 1,8 / (1/a + 1/b + 1/c)$	м	$1,8 / (1/2,84 + 1/5,11/10,76) = 2,78$
Газдар температурасы	$T'$	°C	1043
Үш атомды газдардың жұтылу қабілеті	$P_n S$	ата	$0,245 \cdot 2,78 = 0,681$
Сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_r$		0,66
Күл бөліктерінің әсерінен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_n$		0,0087
Тозаңдалған ағынның жұтылу күші	$KS = (K_r K_n + K_n M) \cdot S_{эф}$		$(0,66 \cdot 0,245 + 0,0087 \cdot 68,4) \cdot 2,78 = 2,1$
Төбенің сәуле қабылдағыш бетінің ауданы	$H_{пот\ л}$	м <sup>2</sup>	$4 \cdot 10,76 \cdot 0,99 \cdot 2,84 = 122$
ЖРБ сәуле қабылдағыш бетінің ауданы	$H_{врч\ л}$	м <sup>2</sup>	$4 \cdot (2,84 \cdot 2 + 0,84) \cdot 5,1 \cdot 0,99 = 334$
Аса қыздырғыштың сәуле қабылдағыш бетінің ауданы	$H_{п/п\ л}$	м <sup>2</sup>	$4 \cdot 10,76 \cdot 2,84 \cdot 1,0 = 122$
Бұрылу камерасындағы газдардың жылу беруі	$Q_6$ (берілген)	кДж/кг	100
Ластанған қабырғаның температурасы	$t_{ст} = t_{ар} + (\varepsilon + 1/\alpha_2) \cdot (BQ/H)$	°C	$460 + (0,009 + 1/5025) \cdot (189692 \cdot 100/576) = 757,37$
Радиациялық жылу беру коэффициенті	$\alpha_{л} = \alpha_n \cdot a$	кДж/м <sup>2</sup> °C	$215 \cdot 0,88 = 180$



5.8 кестенің жалғасы

Бұрылыс камерасындағы жалпы жылу қабылдау	$Q_{пк} = \alpha_{л}(T_{ор} - t)H/B$	кДж/кг	$180 \cdot (1043 - 758,4) \cdot 576 / (189692) = 156,66$	- =
Бұрылу камерадасындағы төбенің жылу қабылдауы	$Q_{пот} = Q_{пк} H_{пот} / \Sigma H$	кДж/кг	$156,66 \cdot 122 / 576 = 33,07$	
Бұрылу камерадасындағы ЖРБ жылу қабылдауы	$Q_{ВРЧ} = Q_{пк} H_{ВРЧ} / \Sigma H$	кДж/кг	$156,66 \cdot 334 / 576 = 90,84$	
Бұрылу камерасындағы қыздырғыштың жылу қабылдауы	$Q_{п/п} = Q_{пк} H_{п/п} / \Sigma H$	кДж/кг	$156,66 \cdot 122 / 576 = 33,07$	
Бұрылыс камерасынан шығатын газдардың жылу мөлшері мен температурасы	$J''_{пк} = J' - Q_{пк}$ $T_{пк}$	кДж/кг °С	$8314,06 - 156,66 = 8157,4$ $1023,31$	

5.9 кесте – Қазандықтың қыздыру беттерін есептеу

Атауы	Формула	Өлшем бірлігі
1	2	3
1 Құбырлардың диаметрі	$d \times S$	мм
2 Газ жолының қимасы	$F_r = a(b - nd_n)$	м <sup>2</sup>
3 Бу (су) жолының қимасы	$f_n = \pi nd^2/4$	м <sup>2</sup>
4 Газ өтуі бойынша пакеттер саны	$Z_1$	шт
5 Газ өтуі бойынша құбыр қатарларының саны	$Z_2$	шт
6 Қыздыру беті	$H$	м <sup>2</sup>
7 Салыстырмалы құбыр қадамдары	$S_1/d; S_2/d$	-
8 Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы	$S_{эф}$	м
9 Кірістегі газ температурасы	$\vartheta'$	°С
10 Кірістегі газдардың жылу мөлшері	$J'$	кДж/кг
11 Кірістегі будың (судың) температурасы	$t'$	°С
12 Кірістегі будың (судың) жылу мөлшері	$i'$	кДж/кг
13 Беттердің баланс бойынша жылу қабылдауы	$Q_б$	кДж/кг
14 Қосымша беттердің жылу қабылдауы	$Q_{б}^{доп}$	кДж/кг
15 Шығардағы газдардың жылу мөлшері	$J'' = J' - Q_б/\varphi + \Delta\alpha J_{хв}$	кДж/кг
16 Шығардағы газдардың температурасы	$\vartheta''$	°С
17 Шығардағы будың (судың) жылу мөлшері	$i'' = i' + Q_б B_p/D$	кДж/кг
18 Шығардағы будың (судың) температурасы	$t''$	°С
19 Газдардың орташа температурасы	$\vartheta_{cp} = (\vartheta' + \vartheta'')/2$	°С
20 Будың (судың) орташа температурасы	$t_{cp} = (t' + t'')/2$	°С
21 Орташа температуралық ағын	$\pm\Delta = ((\vartheta' - t') - (\vartheta'' - t''))/2,3 \lg(\Delta t_v/\Delta t_m)$	°С

5.9 кестенің жалғасы

	Ошақ үстіндегі ширмалық бу қыздырғыш		Конвективті шахта үстіндегі ширмалық бу қыздырғыш	
	Ширма I сат.	Ширма II сат.	Ширма III сат.	Ширма IV сат.
	4	5	6	7
1	32×6	32×6	32×6	32×6
2	120×2 = 240		110×2 = 220	
3	0,221	0,221	0,189	0,189
4	1		1	
5	44		52	
6	873	873	1190	1190
7	-	-	-	-
8	0,468		0,64	
9	1172		1000	
10	2345		1967	
11	455	477	523	535
12	697,1	728,7	774,4	785,7
13	174	161	142	144
14	$Q_{\text{ВРЧ}} = 18; Q_{\text{ПОТ}} = 24$		$Q_{\text{ВРЧ}} = 16; Q_{\text{ПОТ}} = 15$	
15	$2345 - (174 + 161 + 18 + 24)/0,997 = 1967$		$1967 - (142 + 140 + 16 + 15)/0,997 = 1654$	
16	1000		855	
17	$697,1 + (174 + 78,2)176,8 \cdot 10^3 / (950 \cdot 10^3 \cdot 0,97) = 746,7$	$728,7 + (161 + 78,2)176,8 \cdot 10^3 / (950 \cdot 10^3 \cdot 0,97) = 774,4$	$774,4 + 142 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / (950 \cdot 10^3 \cdot 0,97) = 801,7$	$784,7 + 144 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / (950 \cdot 10^3) = 811,5$
18	497	523	557	565
19	$(1172 + 1000)/2 = 1086$		$(1000 + 855)/2 = 927,5$	
20	$(455 + 497)/2 = 476$	$(477 + 523)/2 = 500$	$(523 + 557)/2 = 537$	$(535 + 565)/2 = 549$
21	$1086 - 470 = 610$	$1086 - 500 = 586$	$927,5 - 540 = 387,5$	$927,5 - 550 = 377,5$

5.9 кестенің жалғасы

	Конвективті аралық қыздырғыш II сат.	Конвективті аралық қыздырғыш I сат.	Өту аймағы
	8	9	10
1	57×5	57×4	32×4
2	128	128	119
3	0,942	1,02	-
4	1	1	2
5	12	12	32
6	3088	3210	14200
7	$140/57 = 2,46$	$80/57 = 1,4$	$S_1/d = 2,185; S_2/d = 1,25$
8	0,178		0,0745
9	818	717	618
10	1576	1371	1178
11	476	396	374
12	810,5	765,9	427,5
13	205	192	430
14	-	-	-
15	$1576 - 205/0,997 = 1371$	$1371 - 192/0,997 = 1178$	$1178 - 430/0,997 = 746$
16	717	618	401
17	$810,5 + (205 + 16,7)176,8 \cdot 10^3 / (760 \cdot 10^3) = 861,9$	$765,9 + 192 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / (760 \cdot 10^3) = 810,5$	$427,5 + 430 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / (950 \cdot 10^3 \cdot 0,93) = 514$
18	570	476	397
19	$(818 + 717)/2 = 767,5$	$(717 + 618)/2 = 667,5$	$(618 + 399)/2 = 508,5$
20	$(476 + 570)/2 = 523$	$(476 + 396)/2 = 436$	$(373 + 397)/2 = 385$
21	$((818 - 476) - (717 - 570))/(2,3 \lg(342/147)) = 231$	$((717 - 476) - (618 - 396))/(2,3 \lg(241/221)) = 236$	$((618 - 397) - (401 - 374))/(2,3 \lg(221/27)) = 92,2$

5.9 кестенің жалғасы

Атауы	Формула	Өлшем бірлігі
1 Газдардың орташа көлемі	$V_r$	м <sup>3</sup> /кг
2 Газдардың орташа жылдамдығы	$W_r = B_p V_r(273 + \vartheta_{cp}) / (3600F_r 273)$	м/сек
3 Су буының көлемдік үлесі	$r_{H_2O}$	-
4 Су булары мен ұшатомды газдардың көлемдік үлесі	$r_n$	-
5 Күл концентрациясы	$\mu$	г/м <sup>3</sup>
6 Конвекцияның жылу беру коэффициенті	$\alpha_k = \alpha_n c_z c_\phi$	кДж/м <sup>2</sup> ч°С
7 Ластану коэффициенті	$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot c_d + \Delta\varepsilon$	м <sup>2</sup> ч°С/кДж
8 Будың орташа салмақтық жылдамдығы	$\gamma_w = Dn / (3600f_n)$	кг/м <sup>2</sup> сек
9 Қабырғадан буға жылу беру коэффициенті	$\alpha_r = A \cdot B \cdot \gamma_w^{0,8}$	кДж/м <sup>2</sup> ч°С
10 Ластанған қабырға температурасы	$t_{cr} = t_{cp} + (\varepsilon + 1/\alpha_r) \cdot Q \cdot B_p / H$	°С
11 Ұшатомды газдардың жалпы жұту қабілеті	$P_n S = r_n \cdot S_{эф}$	м ата
12 Ұшатомды газдармен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_r$	-
13 Күл бөлшектерімен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_n$	-
14 Ағынның жұтылу күші	$KS = (K_r \cdot r_n + K_n \cdot \mu) S_{эф}$	-
15 Сәулеленумен жылу беру коэффициенті	$\alpha_l = \alpha_n a$	кДж/м <sup>2</sup> ч°С
16 Жылу беру коэффициенті	$K = (\alpha_k + \alpha_l) / (1 + (\varepsilon + 1/\alpha)(\alpha_k + \alpha_k))$	кДж/м <sup>2</sup> ч°С
17 Жылыту беттерінің жылу қабылдауы	$Q_T = K \Delta t H / B_p$	кДж/кг
18 Жылу қабылдау шамаларының қатынасы	$Q_{\phi} / Q_M$	-
19 Қосымша қыздыру беттері	$H_{доп}$	м <sup>2</sup>
20 Қосымша қыздыру беттеріндегі орташа температуралық ағын	$\Delta t = \vartheta_{cp} - t_{cp}$	°С
21 Қосымша беттердің жылу	$Q_{доп} = K \Delta t H_{доп} / B_p$	кДж/кг

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні
------	-----	---------	------	------

5.9 кестенің жалғасы

	4	5	6	7
1	5,092		5,092	
2	$176,8 \cdot 5,092(273 + 1086)10^3 / (3600 \cdot 240 \cdot 273) = 5,2$		$176,8 \cdot 5,092(273 + 927,5)10^3 / (3600 \cdot 220 \cdot 273) = 5,2$	
3	0,096		0,096	
4	0,245		0,245	
5	68,4		68,4	
6	$42 \cdot 1,05 \cdot 0,98 = 43,2$		$41 \cdot 1,05 \cdot 0,98 = 42,2$	
7	0,011		0,011	
8	$0,95 \cdot 950 \cdot 10^3 / (0,221 \cdot 3600) = 1130$	$0,97 \cdot 950 \cdot 10^3 / (0,221 \cdot 3600) = 1160$	$0,97 \cdot 950 \cdot 10^3 / (0,189 \cdot 3600) = 1355$	$0,95 \cdot 950 \cdot 10^3 / (0,221 \cdot 3600) = 1130$
9	$50,2 \cdot 10^3 \cdot 445 \cdot 274 = 6130$	$50,2 \cdot 10^3 \cdot 417 \cdot 284 = 5940$	$50,2 \cdot 10^3 \cdot 370 \cdot 321 = 6100$	$50,2 \cdot 10^3 \cdot 365 \cdot 328 = 6024$
10	$486 + (0,011 + 1/6130)174 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / 873 = 867$	$496 + (0,011 + 1/5940)168 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / 873 = 870$	$537 + (0,011 + 1/6100)142 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / 1190 = 867$	$549 + (0,011 + 1/6024)208 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / 1190 = 834$
11	$245 \cdot 0,468 = 0,115$		$0,245 \cdot 0,64 = 0,157$	
12	1,41		1,28	
13	0,0078		0,00825	
14	$(1,41 \cdot 0,245 + 0,0078 \cdot 68,4)0,468 = 0,411$		$(1,28 \cdot 0,245 + 0,00825 \cdot 68,4)0,64 = 0,562$	
15	$355 \cdot 0,34 = 120$		$255 \cdot 0,425 = 108,3$	
16	$(43,2 + 120) / (1 + (0,011 + 1/6000)(43,2 + 120)) = 58$		$(42,2 + 108,3) / (1 + (0,011 + 1/6000)(42,2 + 108,3)) = 56,1$	
17	$58 \cdot 610 \cdot 873 / (176,8 \cdot 10^3) = 175$	$58 \cdot 586 \cdot 873 / (176,8 \cdot 10^3) = 175$	$56,1 \cdot 387 \cdot 1190 / (176,8 \cdot 10^3) = 145$	$56,1 \cdot 377,5 \cdot 1190 / (176,8 \cdot 10^3) = 142$
18	$174 / 175 = 0,993$	$161 / 164 = 0,98$	$142 / 145 = 0,98$	$140 / 142 = 0,986$
19	$H_{\text{БРЧ}} = (1,788 + 0,704) \cdot 5,12 \cdot 8 = 101;$ $101 - 14 = 87; H_{\text{ПОТ}} = 2,5 \cdot 10,8 \cdot 4 = 108; 108 - 14 = 94$		$H_{\text{БРЧ}} = 1,785 \cdot 5,12 \cdot 8 = 113;$ $H_{\text{ПОТ}} = 2,788 \cdot 10,8 \cdot 4 = 120$	
20	$\Delta t_{\text{БРЧ}} = 1086 - 466 = 620$ $\Delta t_{\text{ПОТ}} = 1086 - 453 = 633$		$\Delta t_{\text{БРЧ}} = 927,5 - 466 = 461,5$ $\Delta t_{\text{ПОТ}} = 927,5 - 453 = 474$	
21	$Q_{\text{БРЧ}} = 58 \cdot 620 \cdot 87 / (176,8 \cdot 10^3) = 17,7$ $Q_{\text{ПОТ}} = 58 \cdot 633 \cdot 94 / (176,8 \cdot 10^3) = 20$		$Q_{\text{БРЧ}} = 56,1 \cdot 461,5 \cdot 113 / (176,8 \cdot 10^3) = 16,6$ $Q_{\text{ПОТ}} = 56,1 \cdot 474,5 \cdot 120 / (176,8 \cdot 10^3) = 18,1$	

5.9 кестенің жалғасы

	8	9	10
1	5,134	5,175	5,215
2	$186,8 \cdot 5,134(273 + 767,5)10^3 / (3600 \cdot 128 \cdot 273) = 7,48$	$186,8 \cdot 5,175(273 + 667,5)10^3 / (3600 \cdot 128 \cdot 273) = 6,76$	$186,8 \cdot 5,215(273 + 508,5)10^3 / (3600 \cdot 119 \cdot 273) = 6,17$
3	0,095	0,0946	0,094
4	0,243	0,2416	0,2395
5	67,9	67,3	66,7
6	$47,5 \cdot 1,24 \cdot 0,98 = 57,7$	$44,7 \cdot 1,24 \cdot 0,98 = 54,25$	$55 \cdot 1,26 \cdot 1,01 = 70$
7	$0,00325 \cdot 1,6 + 0,002 = 0,0072$	$0,0036 \cdot 1,6 + 0,002 = 0,00775$	$0,0032 \cdot 0,8 + 0,002 = 0,00456$
8	$760 \cdot 10^3 / (3600 \cdot 0,942) = 225$	$760 \cdot 10^3 / (3600 \cdot 1,02) = 200$	-
9	$41,9 \cdot 10^{-3} \cdot 76 \cdot 257 = 815$	$41,9 \cdot 10^{-3} \cdot 69,5 \cdot 250 = 730$	-
10	$523 + (0,072 + 1/815) \cdot 205 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / 308 = 622$	$436 + (0,00775 + 1/730) \cdot 192 \cdot 176,8 \cdot 10^3 / 3210 = 531$	$385 + 100 = 485$
11	$0,243 \cdot 0,178 = 0,0434$	$0,2416 \cdot 0,178 = 0,043$	$0,2395 \cdot 0,0745 = 0,0178$
12	2,7	2,9	5
13	0,00925	0,0098	0,0112
14	$(2,7 \cdot 0,243 + 0,00925 \cdot 67,9) \cdot 0,178 = 0,229$	$(2,9 \cdot 0,2416 + 0,0098 \cdot 67,3) \cdot 0,178 = 0,242$	$(5 \cdot 0,239 + 0,0112 \cdot 66,7) \cdot 0,0745 = 0,145$
15	$150 \cdot 0,2 = 32$	$115 \cdot 0,21 = 24,2$	$0,135 \cdot 80 = 10,8$
16	$(57,7 + 32) / (1 + (0,0072 + 1/815)(57,7 + 32)) = 50,9$	$(54,25 + 24,2) / (1 + (0,00775 + 1/730)78,45) = 45$	$(70 + 10,8) / (1 + 0,00456 \cdot 80,8) = 59$
17	$50,9 \cdot 231 \cdot 3088 / (186,8 \cdot 10^3) = 205$	$45 \cdot 236 \cdot 3210 / (186,8 \cdot 10^3) = 192,5$	$59 \cdot 972 \cdot 14200 / (186,8 \cdot 10^3) = 435$
18	$205 / 205 = 1$	$192 / 192,5 = 0,998$	$430 / 435 = 0,986$

### 5.7 Бу-булы жылу алмастырғышты есептеу

5.10 кесте – Бірінші сатылы ширмадан кейінгі біріншілік бу. Турбинаның ЖҚЦ кейін қыздырылатын екіншілік бу

Атауы		Формула	Өлшем бірлігі	Мәні
1		2	3	4
Бір тақтадағы 7 құбыр түріндегі жылу алмастырғыш элементтерінің саны		$Z$	шт	72
Сыртқы диаметрі және қалыңдығы	- біріншілік бу бойынша - екіншілік бу бойынша	$d_n \times S$	мм	32×4 168×10
Біріншілік бу бойынша бір элементтегі құбыр саны		$n$	шт	7
Біріншілік бу қимасы		$f_{перв}$	$m^2$	$7 \cdot 72 \cdot 0,785 \cdot 0,024^2 = 0,227$
Екіншілік бу қимасы		$f_{втор}$	$m^2$	$7 \cdot 72 \cdot 0,785 \cdot 0,148^2 \cdot 0,032^2 = 0,829$
Екіншілік бу бойынша эквивалентті диаметр		$d_{эк.вт}$	м	$4 \cdot 0,829 / (72 \cdot (\pi \cdot 7 \cdot 0,032 + \pi \cdot 0,148)) = 0,039$
Қосылу схемасы		-	-	противоток
Есептік беті		$H = Z \pi d \ln$	$m^2$	$72 \cdot 7 \cdot \pi \cdot 0,032 \cdot 16,5 = 835$
Кірістегі біріншілік будың температурасы мен жылу мөлшері		$t_{вх}$ $i_{вх}$	$^{\circ}C$ ккал/кг	497 746,7
Кірістегі екіншілік будың температурасы мен жылу мөлшері		$t_{вх}$ $i_{вх}$	$^{\circ}C$ ккал/кг	330 726,2
Жылу алмастырғыш арқылы бу өткізу		$\eta$	-	0,51
Жылу алмастырғыштың жанынан бу өткізу		$1 - \eta$	-	0,49
Екіншілік будың жылу құрамының өсуі		$\Delta i = i_{см} - i'_{вх}$	ккал/кг	$765,9 - 726,2 = 39,7$
Екіншілік буға берілген жылу		$q = \Delta i \cdot D_{вт}$	ккал/ч	$39,7 \cdot 760 \cdot 10^3 = 30,2 \cdot 10^6$
Біріншілік будың жылу мөлшерінің азаюы		$\Delta i_1 = q / (0,95 D_1)$	ккал/кг	$30,2 \cdot 10^6 / (0,95 \cdot 950 \cdot 10^3) = 33,4$

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні
------	-----	---------	------	------

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

Бет

52



5.10 кестенің жалғасы

Жылу алмастырғыштан шығатын біріншілік будың жылу мөлшері	$i_{\text{ВЫХ}} = i'_{\text{ВХ}} - \Delta i_I$	ккал/кг	$746,7 - 33,4 = 713,3$
Жылу алмастырғыштан шығатын біріншілік будың температурасы	$t'_{\text{ВЫХ}}$	°C	464
Жылу алмастырғыштан шығардағы екінші будың жылу мөлшері	$i''_{\text{ВХ}} = (i_{\text{СМ}} - (1 - \eta)i_{\text{II}}/\eta)$	ккал/кг	$(765,5 - (1 - 0,51)726,2)/0,51 = 804,4$
Жылу алмастырғыштан шығатын екіншілік будың температурасы	$t''_{\text{ВЫХ}}$	°C	467
Температуралық ағын	$\Delta t = (\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}})/(2,3 \lg((\Delta + \text{б})/(\Delta + \text{м})))$	°C	$((464 - 330) - (497 - 467))/(2,3 \lg(130/33)) = 70,8$
Біріншілік будың орташа температурасы	$t'_{\text{ср}}$	°C	$(455 + 497)/2 = 476$
Екіншілік будың орташа температурасы	$t''_{\text{ср}}$	°C	$(467 + 330)/2 = 398,5$
Біріншілік будың салмақтық жылдамдығы	$W_{\text{перв}}$	кг/м <sup>2</sup> сек	$0,95 \cdot 950 \cdot 10^3 / (3600 \cdot 0,829) = 302,4$
Екіншілік будың салмақтық жылдамдығы	$W_{\text{втор}}$	кг/м <sup>2</sup> сек	$0,51 \cdot 760 \cdot 10^3 / (3600 \cdot 0,829) = 130$
Қабырғадан екіншілік буға жылу беру коэффициенті		ккал/м <sup>2</sup> ч·°C	$(0,028/0,023) \cdot 43,8 \cdot 49,1 \cdot 247/10^3 = 342$
C <sub>t</sub> C <sub>e</sub> коэффициенттері		-	1,0; 1,0
Будан қабырғаға берілу коэффициенті		ккал/м <sup>2</sup> ч·°C	$48,4 \cdot 272 \cdot 420/10^3 = 5550$
Құбыр қабырғасының жылу өткізгіштік коэффициенті	$\pi_{\text{тр}}$	ккал/м <sup>2</sup> ч·°C	32
Жылу беру коэффициенті	$K = 1/(d_n \cdot 1/dG + \delta \cdot d_n / (\alpha \cdot d_{\text{ср}}) + 1/\alpha_r)$	ккал/м <sup>2</sup> ч·°C	$1/(133/5550 + 1,14 \cdot 0,004/32 + 1/642) = 518$
Қыздыру беттерінің жылу қабылдауы	$q = \Delta i \cdot k \cdot H$	ккал/ч	$70,8 \cdot 518 \cdot 836 = 30,6 \cdot 10^3$
Есептеу жиынтығы	$Q_{\text{б}}/Q_{\text{м}}$	-	$30,2/30,6 = 0,988$

## 5.8 Жылулық есептің нәтижелері

5.11 кесте – Қазандықтың жылулық есебі нәтижелерінің жиынтық кестесі

Атауы	Формула	Өлшем бірлігі
1	2	3
1 Құбыр диаметрі және қабырға қалыңдығы	$d \times S$	мм
2 Есептік қыздыру беті	$H_p$	$m^2$
3 Газ өткізгіштегі артық ауа еселеуіші	$\alpha''$	-
4 Кірістегі газ температурасы	$T'$	$^{\circ}C$
5 Шығыстағы газдардың температурасы	$T''$	$^{\circ}C$
6 Кірістегі газдардың энтальпиясы	$J'$	кДж/кг
7 Шығыстағы газдардың энтальпиясы	$J''$	кДж/кг
8 Газдардың баланс бойынша жылу беруі	$Q_6$	кДж/кг
9 Кірістегі жылытылатын ортаның температурасы	$t'$	$^{\circ}C$
10 Шығыстағы жылытылатын ортаның температурасы	$t''$	$^{\circ}C$
11 Температуралық ағын	$\Delta t$	$^{\circ}C$
12 Кірістегі ортаның энтальпиясы	$i'$	кДж/кг
13 Шығыстағы ортаның энтальпиясы	$i''$	кДж/кг
14 Энтальпия өзгерісі	$\Delta i$	кДж/кг
15 Газдардың, будың, ауаның орташа жылдамдығы	$W_r/W$	м/с
16 Жылу берудің ішкі коэффициенті	$\alpha_r$	кДж/ $m^2 \cdot ^{\circ}C$
17 Жылу берудің сыртқы коэффициенті	$\alpha_k/\alpha_{л}$	кДж/ $m^2 \cdot ^{\circ}C$
18 Жылу беру коэффициенті	$K$	кДж/ $m^2 \cdot ^{\circ}C$
19 Су шығыны (бу)	$D$	т/ч
20 Отын шығыны	$B_p$	кг/ч

5.11 кестенің жалғасы

Ошақ камерасы					
	ТРА	ОРБ	Төбе	ЖРА	Газқимасы бөлігі
	4	6	7	8	9
1	32×5	32×6	32×5	32×5	-
2	380	386	35,4	33	136
3	1,15				
4	1969				
5	1172				
6	4207				
7	2345				
8	754,7	658	36,2	39,5	176
9	265	400	451	461	-
10	374	451	463	477	-
11	-	-	-	-	-
12	276,5	553,7	685,9	704	-
13	427,5	685,9	706,2	728,7	-
14	151	132,2	20,3	24,7	-
15	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-
19	883,5	883,5	883,5	921,5	-
20	186,8·10 <sup>3</sup>				

5.11 кестенің жалғасы

Көлденең газжолы									
Ошақ үстіндегі ширмалық бу қыздырғыш					Конвективті шахта үстіндегі ширмалық бу қыздырғыш				
	Ш. I сат.	Ш. II сат.	ЖРА	Төбе	Ш III сат.	Ш IV сат.	ЖРА	Төбе	
	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	32×6	32×6	32×5	32×5	32×6	32×6	32×5	32×5	
2	873	873	87	94	1190	1190	113	120	
3	1,15				1,15				
4	1172				1020				
5	1000				855				
6	2345				1967				
7	1967				1654				
8	174	161	18	24	142	140	16	18	
9	455	477	-	-	523	535	-	-	
10	497	523	-	-	557	565	-	-	
11	610	586	-	-	387,5	377,5	-	-	
12	697,1	728,7	-	-	774,4	785,7	-	-	
13	746,7	774,4	-	-	801,7	811,5	-	-	
14	49,6	45,7	-	-	27,3	26,6	-	-	
15	5,2	5,2	-	-	5	5	-	-	
16	6130	5940	-	-	6100	6024	-	-	
17	43,2/120	43,2/120	-	-	42,2/108,3	42,2/108,3	-	-	
18	58	58	-	-	56,1	56,1	-	-	
19	900	921,5	921,5	883,5	921,5	950	921,5	883,5	
20	186,8·10 <sup>3</sup>								

5.11 кестенің жалғасы

	Бұрылу камерасы			Конв. аралық б/қ II сат.	Конв. аралық б/қ I сат.	Өту аймағы	Жылуалмастырғыш бірінш/екінш	Регенер. АҚ
	ЖР А	Төбе	Конв. б/қ II сат.					
	18	19	20	21	22	23	24	25
1	32×5	32×5	57×5	57×5	57×4	32×4	32×4/168×10	-
2	334	122	122	3088	3210	14200	835	100500
3	1,15			1,16	1,17	1,18	-	1,3
4	855			818	717	618	-	399
5	818			717	618	401	-	188
6	1654			1576	1371	1178	-	762
7	1576			1371	1178	746	-	
8	45,1	16,7		205	192	430	-	490
9	-	-	-	476	396	374		
10	-	-	-	570	476	397		
11	-	-	-	231	236	92,2	74,8	
12	-	-	-	810,5	765,9	427,5	746,7/726,2	
13	-	-	-	861,9	810,5	514	713,3/	
14	-	-	-	55,4	44,2	86,5	33,4/	-
15	-	-	-	7,48	6,76	6,17	-	7,48/9,38
16	-	-	-	815	730	-	642/5550	60,2
17	-	-	-	57,7/32	57,25/24,2	70/10,8	-	53
18	-	-	-	50,9	45	59	51,8	41,85
19	921,5	883,5	660	760	760	883,5	900/388	-
20	186,8·10 <sup>3</sup>							

## II Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

### 6 Санитарлы қорғаныс зонасын есептеу

Электр станциясында қазандықта отынның жануы оның құрамындағы улы заттардың жану өнімдерімен бірге ауаға таралуына ықпал етеді. Пайда болған зиянды заттардың саны отынның химиялық құрамына, шығынына және тағы басқа көрсеткіштеріне байланысты болады. Түтін газдарымен қоса атмосфераға таралатын зиянды қоспалар қоршаған орта мен адам денсаулығына үлкен әсерін тигізеді. Бұл қоспалар едәуір қашықтыққа жеткен кезде атмосфералық ылғалмен өзара әрекеттесіп, күкіртті, азот және көмір қышқылдары қоспаларының ерітінділеріне айналады, олар болса жерге "қышқыл жаңбыр" түрінде түседі. Ғалымдардың есептеуінше, "қышқыл жаңбырдың" пайда болуына алып келетін газдардың салмағы планетада жылына 270-900 млн т дейін жетеді. Жыл сайын бұл сандар әсіресе өнеркәсіптік аймақтарда өсіп келеді. Сонымен қатар, түтін газдарының құрамындағы улы заттар адам денсаулығына кері әсерін тигізеді, әсіресе тыныс алу жолдары, өкпе және жүрек қан тамырлары ауруларын тудырады. Сондықтан, еліміздегі ауа ластануының сипатына өте үлкен көңіл бөлу керек.

Адам денсаулығы мен қоршаған ортаға химиялық, биологиялық немесе физикалық әсерін тигізетін өнеркәсіп кәсіпорындары немесе басқа объектілер үшін санитарлы қорғаныс аймағы міндетті түрде олардың құрамына кіретін компонентке жатады. Санитарлы қорғаныс зонасы –атмосфераны ластайтын кәсіпорындарды елді мекеннен бөліп тұратын, міндетті түрде ағаш егілген, зиянды заттектер қауіпсіздік деңгейге дейін таралатын және арнайы гигиеналық талаптар орындалатын аумақ болып табылады.

Санитарлық-қорғау зонасында жеке тұрғын үйлерді, ландшафтық-рекреациялық аймақтарды, демалыс аймақтарын, курорттар, санаторийлер мен демалыс үйлерінің аумақтарын, бау-бақша серіктестіктері мен коттедж құрылысы аумақтарын, ұжымдық немесе жеке саяжай және бау-бақша учаскелерін, сондай-ақ мекендеу ортасы сапасының нормаланатын көрсеткіштері бар басқа да аумақтарды қоса алғанда, тұрғын үй құрылысын; спорт ғимараттарын, балалар алаңдарын, білім беру және балалар мекемелерін, жалпы пайдаланудағы емдеу-профилактикалық және сауықтыру мекемелерін орналастыруға жол берілмейді.

Берілген кәсіпорын зонасындағы санитарлы қорғаныс аймағын анықтау үшін түтіндік құбыр арқылы ауада таралған зиянды қоспалардың жердегі концентрациясын есептеп, оның таралу аралығын анықтаймыз.

Аксу электр станциясы үшін келесідей берілген мәндерді қабылдаймыз: түтін құбыры бойынша: биіктігі - 210м, диаметрі - 6м; газ шығысының жылдамдығы – 25м/с; ыстық ауа мен қоршаған ауа температуралары сәйкесінше 165°С және 23°С; күл шығарындысы – 3500 г/с; күкірт оксиді – 1800 г/с; азот оксиді – 970г/с; ауаны тазарту дәрежесі - 80 %.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		58

6.1 кесте – Жел бағытының орташа жылдағы қайталануының (P) мәні, %

Берілген қала	Солт.	Солт. Шығыс	Шығыс	Оңтүст. Шығыс	Оңтүст.	Оңтүст. Батыс	Батыс	Солт. Батыс
Павлодар	11	6	7	8	17	18	23	14

**6.1 Атмосферадағы максималды қоспа концентрациясын және заттардың суммация эффектісімен анықтау**

Зиянды заттардың жердегі концентрациясының максималды мәнін анықтау керек.

Атмосферада қоспалардың сейілу процесі көптеген факторларға тәуелді, оларға: атмосфераның жағдайы, шаңның көздері, шығарылған заттардың массасы, аймақтық рельеф және т.б. әсер етеді.

Зиянды заттардың жердегі концентрациясының максималды мәні мына формуламен анықталады:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (6.1)$$

мұнда  $A$  - стратификациялық температураның коэффициенті, Қазақстан үшін  $A=200$ ;

$M$  - уақыт бірлігінде шығарылатын зиянды заттардың массасы, г/с;

$F$  – заттарға сіңудің жылдамдығын анықтайтын коэффициент;

$F=1$  газ тәріздес заттарға тазартылған шығарылымдардың орташа эксплуатациялық коэффициенті 90% - болғанда 2, ал 75-90% - 2.5, 75% және тазарту болмағанда 3 – ке тең;

$\eta$  - аймақтық рельеф коэффициенті,  $\eta=1$  жазықтық үшін;

$H$  - көздің биіктігі, м;

$m$  және  $n$  коэффициенттерінің мәндері  $f$ ,  $V_m$ ,  $V'_m$  және  $f_e$  параметрлеріне тәуелді анықталады.

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T},$$

$$f = 1000 \frac{25^2 \cdot 6}{210^2 \cdot 142} = 0,59. \quad (6.2)$$

Қыздырылған көздерге арналған газды ауа қоспасының жылдамдығы:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0,$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \cdot 25 = 706,5 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (6.3)$$

$$\Delta T = T_{ГВ} - T_{ос},$$

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
						59

$$\Delta T = 165 - 23 = 142 \text{ }^\circ\text{C}, \quad (6.4)$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}},$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{706,5 \cdot 142}{210}} = 5,08, \quad (6.5)$$

$$v_m' = 1,3 \frac{\omega_0 \cdot D}{H},$$

$$v_m' = 1,3 \frac{25 \cdot 6}{210} = 0,93, \quad (6.6)$$

$$f_e = 800(v_m')^3,$$

$$f_e = 800(0,93)^3 = 640,53. \quad (6.7)$$

m-коэффициенті f тәуелділік формуласымен анықталады (m-трубадан шыққан газды ауа қоспасының ескерту коэффициенті):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,341 \cdot \sqrt[3]{f}}, \quad (6.8)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,59} + 0,341 \cdot \sqrt[3]{0,59}} = 0,97.$$

n коэффициенті  $f < 100$  болған кезде  $v_m$  арқылы былай анықталады:

$$n = 1 \quad v_m \geq 2 \quad (6.9)$$

Зиянды заттардың жердегі концентрациясының максималды мәнін анықтаймыз:

Күл үшін:

$$C_{\text{күл}} = \frac{200 \cdot 3500 \cdot 2,5 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1}{210^2 \cdot \sqrt[3]{706,5 \cdot 142}} = 0,83 \text{ мг/м}^3$$

яғни  $\text{ШПК}_x \geq 0,5 \text{ мг/м}^3$ .

SO<sub>2</sub> үшін:

$$C_{\text{SO}_2} = \frac{200 \cdot 1800 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1}{210^2 \cdot \sqrt[3]{706,5 \cdot 142}} = 0,38 \text{ мг/м}^3$$

яғни  $\text{ШПК}_x \leq 0,5 \text{ мг/м}^3$ .

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		60



NO<sub>x</sub> үшін:

$$C_{NO_x} = \frac{200 \cdot 970 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1}{210^2 \cdot \sqrt[3]{706,5 \cdot 142}} = 0,0092 \text{ мг/м}^3$$

яғни ШРК<sub>NO2</sub> ≥ 0,085 мг/м<sup>3</sup>.

## 6.2 Максималды концентрацияның таралу аралығын анықтау

Көздерден шығарылған заттадың аралығы X<sub>m</sub> (м) жердегі концентрациясы C(мг/м<sup>3</sup>) жағымсыз жағдай кезеңінде метрологиялық шарттағы мәні C<sub>m</sub>, мына формуламен анықталады:

$$X_m = \frac{5-F}{4} \cdot dH \quad (6.10)$$

Мұнда өлшемсіз коэффициент d, егер f < 100 болғанда, келесі формула анықталады:

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28\sqrt[3]{f}), \quad (6.11)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{5,08} \cdot (1 + 0,28\sqrt[3]{0,59}) = 19,4.$$

Көздерден шығарылған заттардың аралығы:

$$X_{\text{күл}} = \frac{5-2,5}{4} \cdot 19,4 \cdot 210 = 2546 \text{ м,}$$

$$X_{\text{SO}_2} = \frac{5-1}{4} \cdot 19,4 \cdot 210 = 4074 \text{ м,}$$

$$X_{\text{NO}_x} = \frac{5-1}{4} \cdot 19,4 \cdot 210 = 4074 \text{ м.}$$

## 6.3 Әр түрлі аралықтағы жерлік концентрацияны және L<sub>0</sub>-ді табу

Флюгер деңгейінде қауіпті жылдамдықтың мәні U<sub>m</sub> (м/с) (жер деңгейінен 10 м биіктікте) болғанда C<sub>m</sub> зиянды заттардың жердегі концентрациясына жеткенде және f < 100 болса олар келесі формулалар арқылы анықталады:

$$V_m > 2 \text{ кезінде} \quad U_m = V_m (1 + 0,12\sqrt[3]{f}), \quad (6.12)$$

									Бет
									61
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

$$U_m = 5,08(1+0,12 \cdot \sqrt{0,59}) = 5,55 \text{ м/с.}$$

Желдің қауіпті жылдамдығында  $U_m$  зиянды қоспаларының жердегі концентрациясы  $C(\text{мг/м}^3)$ , атмосферада факел осі бойынша шығарылым көздерінен әр түрлі аралықтағы қоспасы мына формулалар арқылы анықтайды:

$$C = S_i \cdot C_m \quad (6.13)$$

Мұндағы  $S_i$ -өлшемсіз коэффициент. Ол  $X/X_m$  қатынасы және  $F$  коэффициенті бойынша анықталады:

$$S_i = 3 \cdot (x/x_m)^4 - 8 \cdot (x/x_m)^3 + 6 \cdot (x/x_m)^2 \quad x/x_m \leq 1, \quad (6.14)$$

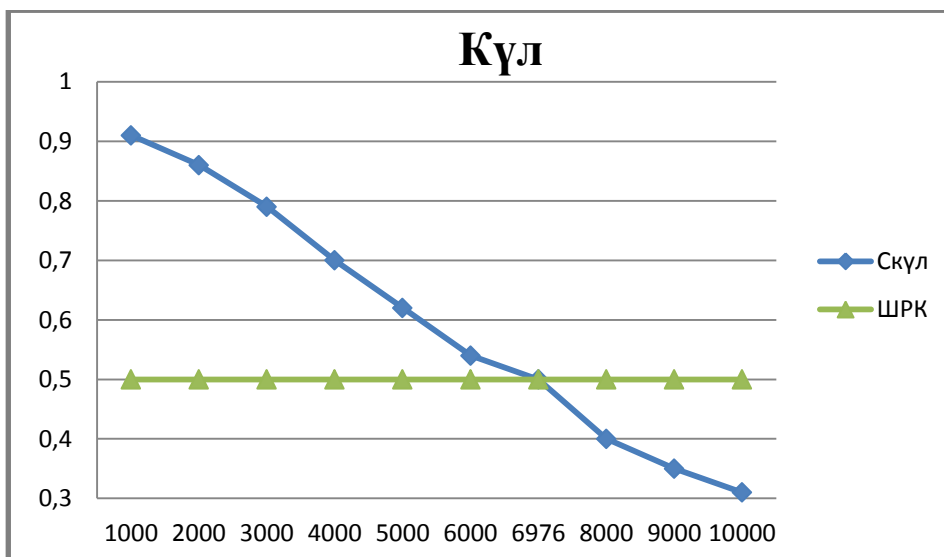
$$S_i = \frac{1,13}{0,13 \cdot (\frac{x}{x_m})^2 + 1} \quad 1 < X/X_m \leq 8 \text{ болғанда.} \quad (6.15)$$

6.2 кесте – Күлдің жерлік концентрациясы

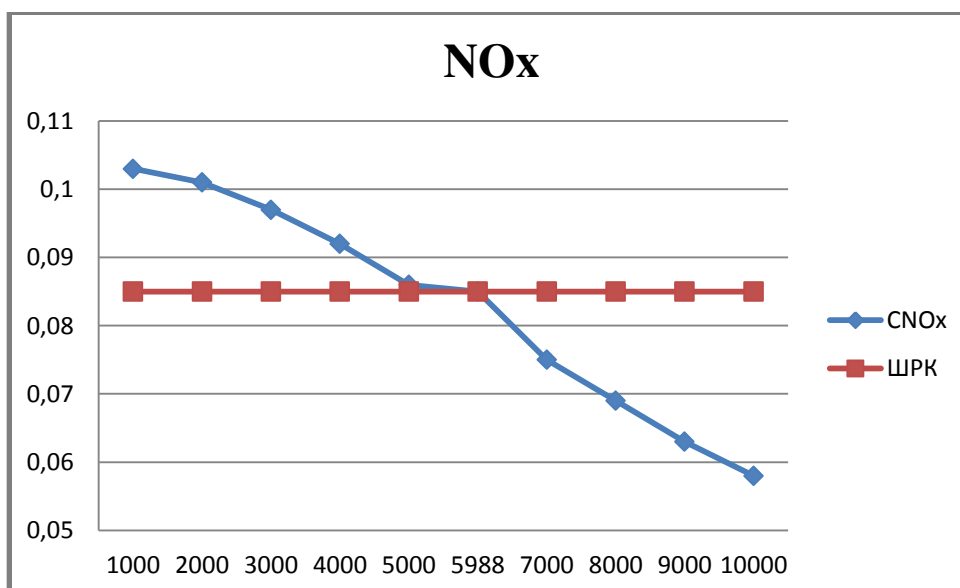
X	X <sub>м</sub>	X/X <sub>м</sub>	S <sub>i</sub>	C
1000	2546	0,39	1,11	0,917
2000	2546	0,78	1,04	0,86
3000	2546	1,17	0,95	0,79
4000	2546	1,57	0,85	0,70
5000	2546	1,96	0,75	0,62
6000	2546	2,35	0,65	0,54
6976	2546	2,74	0,56	0,5
8000	2546	3,14	0,49	0,40
9000	2546	3,53	0,43	0,35
10000	2546	3,92	0,37	0,31

6.3 кесте – NO<sub>x</sub> жерлік концентрациясы

X	X <sub>м</sub>	X/X <sub>м</sub>	S <sub>i</sub>	C
1000	4074	0,24	1,12	0,103
2000	4074	0,49	1,09	0,101
3000	4074	0,73	1,05	0,097
4000	4074	0,98	1,01	0,092
5000	4074	1,22	0,94	0,086
5988	4074	1,47	0,88	0,085
7000	4074	1,71	0,81	0,075
8000	4074	1,96	0,75	0,069



6.1 сурет – Атмосферадағы күлдің максималды концентрациясы



6.2 сурет – Атмосферадағы NO<sub>x</sub> максималды концентрациясы



6.3 сурет – Роза желдері

Кәсіпорындағы санитарлы - қорғаныс зона (СҚЗ) шекарасын мына формуламен анықтаймыз:

$$L=L_0 \frac{P}{P_0} \quad (6.16)$$

мұндағы  $L(m)$  – СҚЗ есептік өлшемі;

$L_0(m)$  – белгілі жердегі жергілікті аймақты есептейтін өлшем;

$P(\%)$  – орташа жылдағы жел бағытының қайталануы;

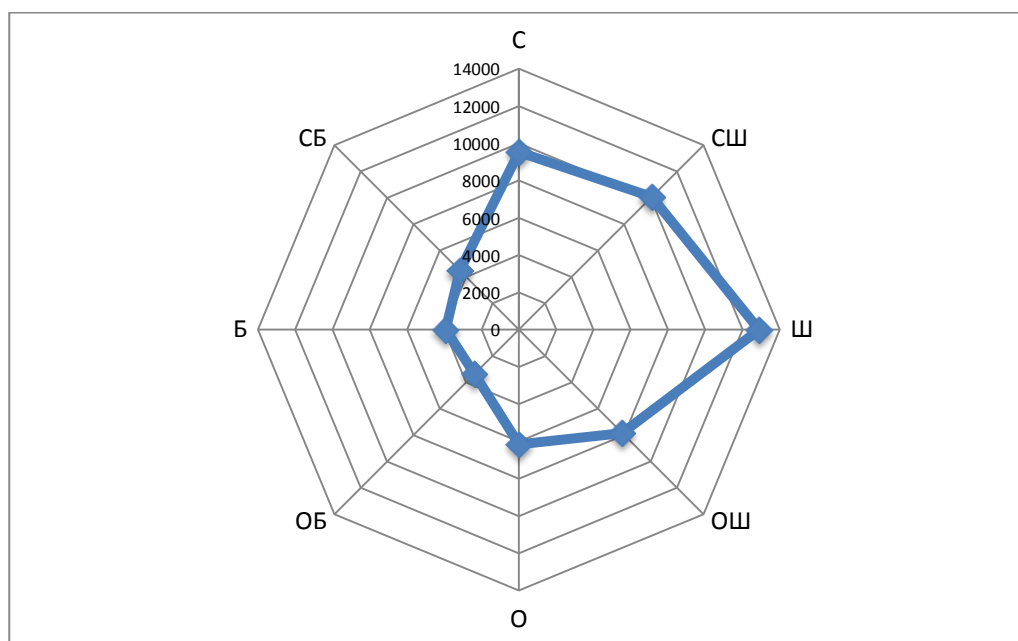
$P_0(\%)$  – Роза желдерінің шеңберіндегі жел бағытының қайталануы, яғни

$$P_0=100/8=12,5\% \quad (6.17)$$

6.4 кесте – Жел бағытына қатысты санитарлы зона мәндері

Бағыт	Мәнi	L
С	11	6160
СШ	6	3360
Ш	7	3920
ОШ	8	4480
О	17	9520
ОБ	18	10080
Б	23	12880
СБ	14	7840

## 6.4 Санитарлы-қорғаныс зонасын табу



6.4 сурет – Санитарлы-қорғаныс зонасы

Елді мекендердегі тұрғын үйлерге өнеркәсіптік шығарындылардың әсерін азайтуды қамтамасыз ететін факторлардың бірі болып объектілер мен өндірістік объектілердің айналасындағы санитарлық қорғау аймағын құру және ұйымдастыру болып табылады.

Санитарлы-қорғаныс зонасы факторлармен белгіленген гигиеналық нормалардан аспайтын аумақпен шектеледі. Жүргізілген есептеулер бойынша, қалыпты деңгейде істейтін Ақсу ЭС-ның жоғарыда есептелінгендей зиянды заттарының жердегі максималды концентрациясына, түтін құбырының биіктігіне, диаметріне және т.б көрсеткіштеріне сай санитарлы-қорғаныс аймағы есептелінді. Графикте көрсетілгендей станция санитарлы қорғаныс аймағы Шығыс, Солтүстік және Солтүстік-шығыс бағытына қарай орналасқан.

Белгіленген санитарлы-қорғаныс зонасында адамдардың тұруына арналған объектілерді орналастыруға жол берілмейді. СКЗ немесе оның қандай да бір бөлігі объектінің резервтік аумағы ретінде қарастырылмайды және оның шекараларын тиісті негізделген түзетусіз өнеркәсіптік немесе тұрғын-үй аумағын кеңейту үшін пайдаланылмайды.

Санитарлы-қорғаныс зонасында, кәсіпорынның территориясында қоршаған ортаға зиянды әсерді төмендету бойынша тұрғын үйлердің орналасуы жағынан аумақтарды көгалдандыру іс-шаралары жүзеге асырылуы тиіс.

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

Бет

65

## 7 Шудың акустикалық есебі және өндірістік шуды есептеу

Шу - әртүрлі жиіліктегі және қарқындылықтағы дыбыстардың ретсіз тіркесімі, ол қатты, сұйық және газ тәріздес ортада механикалық тербелістерде пайда болады. Өндірістік шу болса адам ағзасына зиянды әсер ете отырып, еңбек жағдайын нашарлатады. Адам ағзасына ұзақ әсер еткенде жағымсыз құбылыстар пайда болады: көру өткірлігі төмендейді, есту, қан қысымы көтеріледі, көңіл-күйі төмендейді. Шу адамның жалпы жағдайына әсер етеді, бұл еңбек өнімділігінің төмендеуіне, қателіктердің пайда болуына әкеліп соғады.

Шудың негізгі физиологиялық әсеріне ішкі құлақтың зақымдануы, терінің электр өткізгіштігінің, мидың, жүректің биоэлектрлік белсенділігінің және тыныс алу жылдамдығының, жалпы қозғалыс белсенділігінің өзгеруі, сондай-ақ эндокриндік жүйенің кейбір бездерінің өлшемін, қан қысымының өзгеруі, қан тамырларының тарылуы, көздің қарашығының кеңеюі жатады. Ұзақ шудың әсерінен жұмыс істейтін адам тітіркенгіш болып, бас ауруы, бас айналуы, жадының төмендеуі, шаршағыштық, тәбеттің төмендеуі, ұйқының бұзылуы сияқты өзгерістерді бастан кешіреді. Шулы фонда адамдардың қарым-қатынасы нашарлайды, нәтижесінде кейде жалғыздық пен қанағаттанбаушылық сезімі пайда болады, бұл жазатайым жағдайларға әкелуі мүмкін.

Станциядағы жұмыс орындарындағы дыбыс қысымының деңгейі машиналар мен жабдықтардың акустикалық қуатына, олардың жұмыс режиміне және үй-жайлардың жоспарлы қасиеттеріне байланысты болады.

Өндірістік шудан қорғау бойынша негізгі іс-шаралар-бұл үш басты бағыт бойынша өткізілетін техникалық іс-шаралар болып келеді:

- шудың пайда болу себептерін жою немесе оның көзінде төмендеуі;
- шудың таралу жолдарындағы оның әлсіреуі;
- жұмысшыларды тікелей қорғау.

Тұрақты жұмыс орындары мен жұмыс аймақтары үшін шудың рұқсат етілген деңгейі 85 дБ. Берілген мәліметтерден жұмыс орындарында өзінің қарқындылығы бойынша шекті рұқсат етілген деңгейден асатын шу генерациялайды. Зерттеу нәтижелері ЭС-да 85 дБ-дан асатын қарқынды шу көзі болып табылатын, спектрде төмен жиілікті құрамдастар басым көптеген жабдықтардың болуын және қазандық цехта шекті рұқсат етілген деңгейден жоғары шулы жүктеменің барын анықтады.

### 7.1 кесте – Берілген мәндер

Қондырғы түрі	Қазан
Көздер саны	3
ШК-нен ЕН-ге дейінгі қашықтық, м	$r_1=11,2$ $r_2=10,3$ $r_3=12,3$

### 7.1 кестенің соңы

$V/S_{\text{огр}}$ қатынасы	0,4
$L_{\text{max}}$	1,5
Бөлме көлемі, $\text{м}^3$	4800
Бақылау кабинасының параметрлері	14*8*6
Тұйық қабырға ауданы, $S_1$	84
Тұйық қабырға ауданы, $S_2$	112
Есіктің ауданы, $S_3$	4
Терезе ауданы, $S_4$	3

### 7.1 Есептік нүктелерде дыбыс қысымының деңгейін анықтау

Тікелей және шағылысқан дыбыс аймақтарындағы бірнеше шу көздері бар бөлмелердің есептік нүктелеріндегі  $L$  дБ дыбыс қысымының октавалық деңгейлерін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$L_{\text{сум}} = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^m \frac{\Delta_i \cdot \chi_i \cdot \Phi}{S_i} + 4 \frac{\psi}{B} \sum_{i=1}^n \Delta_i \right), \quad (7.1)$$

$$\Delta_i = 10^{0,1 L_{pi}}. \quad (7.2)$$

мұндағы  $L_{pi}$  –  $i$ -ші шу көзінен пайда болатын дыбыс қуатының октавалық деңгейі, дБ;

$\chi$  – дыбыс өрісінің сипатын ескеретін коэффициент, ол мына қатынасқа байланысты алынады:

$$r_{\text{min}}/l_{\text{max}} = 10,3/1,5 = 6,87 \quad (7.3)$$

егер  $r_{\text{min}}/l_{\text{max}} > 1,7$  болса,  $\chi = 1$  деп аламыз;

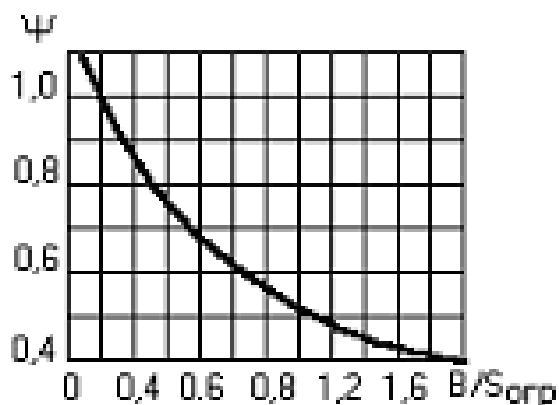
$\Phi$  - шу көзінің бағытталу факторы,  $\Phi = 1$ ;

$S$  – есептік нүкте арқылы өтетін дұрыс геометриялық пішінді беттің ауданы,  $\text{м}^2$  ( $S = 2\pi r^2$  – қайнар көздің жердің бетінде орналасқан кезде);

$\psi$  – тәжірибелік деректер бойынша, бөлменің дыбыс өрісінің диффузиялығының бұзылуын ескеретін коэффициент, ал ол болмаған жағдайда 2-суреттегі график бойынша қабылданады. График бойынша,

$$V/S_{\text{огр}} = 0,4 \rightarrow \psi = 0,89;$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		67



7.1 сурет – Дыбыс өрісінің диффузиялық бұзылу коэффициенті

$V$  – бөлме тұрақтысы,  $m^2$ ;

$m$  – есептік нүктеге жақын шу көздерінің саны, яғни  $r_i < r_{min}$  ( $r_{min}$ -есептік нүктеден оған жақын шу көзінің акустикалық орталығына дейінгі қашықтық, м);

$n$  – шу көздерінің саны.

7.2 кесте – Дыбыстық қысым деңгейлері (дБ)

Шу көзі	Октавалық жолақтардың орташа геометриялық жиілігі, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Қазан	100	103	99	95	97	98	85	182

Бөлме тұрақтысы:

$$V = V_{1000} \cdot \mu \quad (7.4)$$

мұндағы  $V_{1000}$  – 1000 Гц орташа геометриялық жиіліктегі бөлме тұрақтысы;

$\mu$  – жиілік көбейткіші.

3.8 кестеден [1], бөлменің типін анықтаймыз, сонда

$$V_{1000} = V / 20 = 4800 / 20 = 240 m^2 \quad (7.5)$$

7.3 кесте – Жиілік көбейткіш мәндері, (3.9 кесте [1])

Жиілік	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\mu$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6



Есептеулер жүргізсек:

$$V_{63} = 240 \cdot 0,5 = 120 \text{ м}^2,$$

$$V_{125} = 240 \cdot 0,5 = 120 \text{ м}^2,$$

$$V_{250} = 240 \cdot 0,55 = 132 \text{ м}^2,$$

$$V_{500} = 240 \cdot 0,7 = 168 \text{ м}^2,$$

$$V_{1000} = 240 \cdot 1 = 240 \text{ м}^2,$$

$$V_{2000} = 240 \cdot 1,6 = 384 \text{ м}^2,$$

$$V_{4000} = 240 \cdot 3 = 720 \text{ м}^2,$$

$$V_{8000} = 240 \cdot 6 = 1440 \text{ м}^2.$$

Есептеу жүргізе келе, тек 8000 Гц жиіліктегі есептеу мысалы келтірілген.

7.2 кестеден қазандық қондырғы үшін 8000 Гц жиіліктегі берілген мәндерді қабылдаймыз,  $L_{p8000} = 182$  дБ.

$$\Delta_{8000} = 10^{0,1 \cdot 182} = 10^{18,2} = 1584893192 \text{ E}+18$$

Есептік нүкте арқылы өтетін дұрыс геометриялық пішінді беттің ауданы:

$$S_1 = 2\pi r_1^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 125,44 = 787,8 \text{ м}^2,$$

$$S_2 = 2\pi r_2^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 106,09 = 666,25 \text{ м}^2,$$

$$S_3 = 2\pi r_3^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 150,09 = 950,1 \text{ м}^2.$$

Есептік нүкте арқылы өтетін дұрыс геометриялық пішінді беттің аудандарының суммасы:

$$\sum S_{1,2,3} = 787,8 + 666,25 + 950,1 = 2404,15 \text{ м}^2$$

Дыбыс қысымының 8000 Гц жиіліктегі октавалық деңгейі:

$$L_{8000} = 10 \lg \left( \frac{1584893192 \text{ E}18 \cdot 1,1}{2404,15} + 4 \frac{1 \cdot 1584893192 \text{ E}18}{1440} \right) = 157,04 \text{ дБ}$$

Дыбыс қысымының деңгейлерінің қажетті төмендеуі келесі формуламен анықталады:

$$\Delta L_{\text{тр}} = L_{\text{сум}} - L_{\text{доп}}, \text{ дБ} \quad (7.6)$$

мұндағы  $L_{\text{сум}}$  – барлық шу көздерінен есептеу нүктесіндегі  $L$  жалпы – октавалық дыбыс қысымының деңгейі, дБ.

										Бет
										69
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

7.4 кесте – Дыбыс қысымының рұқсат етілген деңгейлері

Жұмыс орынының атауы	Орташа геометриялық жиіліктері, Гц бар октавалық жолақтардағы дыбыс қысымының деңгейі, дБ,								Дыбыс деңгейлері, дБ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Өндір. үй-жай	99	92	86	83	80	78	76	74	85

7.4 кесте бойынша 8000 Гц жиіліктегі дыбыс қысымының деңгейін таңдаймыз:  $L_{доп} = 74$  дБ.

Сонда келесі есептік мәніміз:

$$\Delta L_{тр} = L_{сум} - L_{доп} = 157,04 - 74 = 83,04 \text{ дБ}$$

Қалған жиіліктегі мәндер Excel кестесінде есептелініп, 7.5 кестеде көрсетілген.

7.5 кесте – Октавалық жолақтың әртүрлі орташа геометриялық жиіліктеріндегі шамалардың есептелген мәндері

Мән	Октавалық жолақтың орташа геометриялық жиілігі, дБ			
	63	125	250	500
$L_{рі}$	100	103	99	95
$\Delta i$	10000000000	19952623150	7943282347	3162277660
$L_{тр}$	-13,72	-3,72	-2,13	-4,16
$L_{сум}$	85,28	88,28	83,87	78,84
$L_{доп}$	99	92	86	83

7.5 кестенің жалғасы

Мән	Октавалық жолақтың орташа геометриялық жиілігі, дБ			
	1000	2000	4000	8000
$L_{рі}$	97	98	85	182
$\Delta i$	5011872336	6309573445	316227766	158489
$L_{тр}$	-0,67	0,35	-13,24	83,05
$L_{сум}$	79,32	78,35	62,76	157,04
$L_{доп}$	80	78	76	74

## 7.2 Шуды төмендетуге арналған іс-шараларды есептеу

Шудың пайда болу көзінде оның жұмысшыларға тигізетін әсерін төмендету үшін жұмысшылардың еңбек етуіне қолайлы жағдай жасау, өнімділіктерін арттыру, жалпы және кәсіби келісілген аурушаңдықты төмендету мақсатында бақылауға және демалуға арналған кабинасымен қамтамасыз етудің маңызы зор. Бақылау кабинасының әрбір элементінің талап етілетін дыбыс оқшаулағыш қабілетін мына формула бойынша есептейміз:

$$R_{\text{тр}} = L_{\text{ш}} - 10 \lg B_{\text{и}} + 10 \lg S_{\text{i}} - L_{\text{доп}} + 10 \lg N \quad (7.7)$$

Бақылау кабинасының көлемі  $V = 14 \cdot 8 \cdot 6 = 672 \text{ м}^3$

$$R_{\text{тр}} = 157,04 - 10 \lg 1440 + 10 \lg 2404,15 - 74 + 10 \lg 3 = 164,04$$

Қалған жиіліктегі мәндер Excel кестесінде есептелініп, 7.6 кестеде көрсетілген.

7.6 кесте. Акустикалық есептеудің нәтижелері

Мән	Жиілік							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{ш}}$	85,28	88,28	83,87	78,84	79,32	78,34	62,76	157,04
$B$	120	120	132	168	240	384	720	1440
$S_{\text{i}}$	2404,15	2404,15	2404,15	2404,15	2404,15	2404,15	2404,15	2404,15
$L_{\text{доп}}$	99	92	86	83	80	78	76	74
$R_{\text{тр}}$	103,07	106,07	101,25	95,17	94,10	91,08	72,76	164,04

[11]3.18 кестедегі мәліметтерге сүйене отырып, дыбыс оқшаулағыш қабілеттеріне сай материалды таңдап алу қажет.

Есептеулердің нәтижесінде өндірістік шудың акустикалық есебі орындалып, есептік нүктелерде дыбыс қысымының деңгейін анықтау арқылы келтірілген шуды төмендетуге арналған іс-шаралар ұсынылды. Дыбысты оқшаулауды қамтамасыз ету үшін, жұмыс орындарындағы шудың 63, 125, 230, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц орташа геометриялық орташа жиілігі бар барлық октавалық жолақтарында стандарттармен рұқсат етілген деңгейлерге дейін азайту үшін есептеулері жүргізілді. Есептеу кезінде дыбыс қысымының деңгейі октавалық дыбыс деңгейінен асып түсетінін байқалды.

Жалпы өндірістегі шудан қорғану мақсатында қолданылатын негізгі

әдістердің бірі біздің жағдайда цех қызметкерлері отыратын бақылау кабинасының дыбыс оқшаулағыш қабілетін арттыру болып табылады. Ол үшін бақылау кабинасының қабырғасына екі жағынан сыланған ½ кірпіш қаланып, сонымен қатар тығыздағыш резіңкелі типтік есік орнатылуы қажет.

Сонымен қатар, шудан жеке қорғану құралы ретінде дыбысты оқшаулау мен сіңіруге негізделген антисоидты каска қолдануға кеңес беріледі. Қондырғының дірілінің әсерінен қорғану үшін арнайы дірілдеу қолғаптарын немесе қолғаптарды кию ұсынылады. Адамға аяғы арқылы берілетін тербелістерден жеке қорғаныс ретінде табаны (киіз, резеңке немесе микропорез) бар аяқ киімдерді кию ұсынылады.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		72

### III Экономикалық бөлім

«Еуроазиялық энергетикалық корпорациясы» акционерлік қоғамы түпкі өнімі электр энергиясы болып табылатын тұйық өндірістік циклды білдіреді.

Блоктық типті Ақсу электростанциясы Қазақстан Республикасының энергожүйесіндегі негізгі түйінінің бірі болып табылады.

1959 жылы Қазақ ССР Министрлері Кеңесі Ертіс өзенінің сол жақ жағалауында қуаты 2 400 мың кВт(300 МВт-тан 8 блок) болатын мемлекеттік аудандық электр станциясының құрылысы туралы шешім қабылдады.

Станцияның жалпы белгіленген қуаты 2450 МВт.

Ақсу ЭС бастапқы мәліметтеріне сүйене отырып, экономикалық есептеуді жүргіземіз. NPV ЭС қажет уақытты қанағаттандырып және оның құны өсетіндей тиімді жоба қабылдау қажет.

СКЕҚК технологиясы бойынша қондыруға қажетті құрылғылар үшін тиімді пайыз мөлшерімен белгілі бір уақыт мерзіміне несие алуын есептейміз. Сонымен қатар осы инвестицияның өтелу мерзімін табуымыз керек. Ол үшін ең алдымен станцияның негізгі өнімінің өзіндік құнын есептейміз.

#### 8 Энергия жіберудің өзіндік құнын табу

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

##### 8.1 Жылдық энергия өндіру

Электр энергияның жылдық өндіруі:

$$\mathcal{E}_{\text{өнд}} = 2450 \text{ МВт} \cdot 6000 \text{ сағ} = 14,7 \text{ млн.МВт} \cdot \text{сағ} \quad (8.1)$$

##### 8.2 Электр энергиясының жылдық жіберуі

Электр энергиясының жылдық жіберуі келесі формуламен анықталады:[26]

$$\mathcal{E}_{\text{жіб}} = \mathcal{E}_{\text{өнд}} (1 - \mathcal{E}_{\text{ө.м.}}) = 14,7 \cdot (1 - 0,08) = 13,5 \text{ млн. МВт} \quad (8.2)$$

										Бет
										73
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

### 8.3 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр энергиясын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны:

$$B_э = Э_{өнд} \cdot b_э = 14,7 \cdot 270 = 3969 \text{ млн ш.о.т.} \quad (8.3)$$

Жалпы отын шығыны:

$$B_{ш} = 3969 \text{ млн ш.о.т.}$$

Табиғи отынның шығысы:

$$B_T = B_{ш} \cdot K_a = 3969 \cdot 0,8 = 4961,25 \text{ млн т.о.т.} \quad (8.4)$$

Мұндағы аудару еселеуіш:

$$K_a = Q_{шо} / Q_б = 5710 / 7000 = 0,8 \quad (8.5)$$

Қатты отынның бір т.о. тоннасын тасымалдауға жұмсалатын шығындар:

$$B_{тасым} = R \cdot (1,8 - 2,0) = 1200 \cdot (1,9) = 2280 \text{ теңге/т.о.т.} \quad (8.6)$$

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы:

$$Ш_{отын} = B_T \cdot (B_{отын} + B_{тасым}) = 4961,25 \cdot (4961 + 2280) = 20241,9 \text{ млн.тг} \quad (8.7)$$

### 8.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

$$Ш_с = Э_{өнд} \cdot (1,4 - 1,6) = 14,7 \cdot 1,6 = 2352 \text{ млн.теңге} \quad (8.8)$$

мұндағы суға кететін шығын: 1,6 теңге/кВтсағ.

### 8.5 Еңбекақы шығындарын есептеу

Қазақстанның кейбір стансаларындағы жұмысшылардың саны туралы әдеби және іс-жүзіндегі мәліметтер бойынша штаттық еселеуіштің орташа мәндерін алуға болады ( $K_{ш}$ ); орнатылған қуаты 400 МВт-тан жоғары ЖЭО үшін - 1,2-1,4 адам/МВт, қуаты 400 МВт-тан аз болса - 1,5-1,8 адам/МВт. [27]

Стансаның орнатылған электр қуаты:

$$N_{орн} = Э_{өнд} / T_M = 14,7 / 5500 = 2673 \text{ МВт} \quad (8.9)$$

Стансаның қызметкерлер саны:

$$ҚС = K_{ш} \cdot K_{орн} = 1,2 \cdot 556 = 667 \text{ адам} \quad (8.10)$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		74

мұндағы штаттық еселеуіш:  $K = 1,2$ .

Орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы  $\text{Ш}_{\text{еаа}}$  бір қызметкерге  $1,2 \div 1,5$  млн теңге деп қабылданады. [26]

$$\text{Ш}_{\text{неа}} = \text{ҚС} \cdot 1,4 = 667 \cdot 1,4 = 933,8 \text{ млн. теңге} \quad (8.11)$$

$\text{Ш}_{\text{кеа}}$  шамасы  $\text{Ш}_{\text{неа}}$  шамасының 10-15 % мөлшеріне тең деп алынады.

$$\text{Ш}_{\text{кеа}} = \text{Ш}_{\text{неа}} \cdot 0,14 = 933,8 \cdot 0,14 = 130,7 \text{ млн. теңге} \quad (8.12)$$

Еңбекақидан алынатын аударылымдар ( $\text{Ш}_{\text{еаа}}$  әлеуметтік салық және зейнеткерлік қорға аударымдар)  $\text{Ш}_{\text{неа}}$  және  $\text{Ш}_{\text{кеа}}$  қосындысының 21% мөлшеріне тең деп қабылданады.

$$\text{Ш}_{\text{еае}} = (\text{Ш}_{\text{неа}} + \text{Ш}_{\text{кеа}}) \cdot 0,21 = (933,8 + 130,7) \cdot 0,21 = 223,5 \text{ млн. теңге} \quad (8.13)$$

Нәтижесінде, еңбек ақының қосынды фонды құрайды:

$$\text{Ш}_{\text{еа}} = \text{Ш}_{\text{неа}} + \text{Ш}_{\text{кеа}} + \text{Ш}_{\text{еае}} = 933,8 + 130,32 + 223,5 = 1287 \text{ млн. теңге} \quad (8.14)$$

## 8.6 Амортизациялық аударылымдарды есептеу

Негізгі өндірістік қорлар (капиталдық салымдар) бағасын анықтау үшін алдын ала есептеулер жүргізгенде ТМД елдері мен шет елдерде меншікті капитал салымдары көрсеткіші  $K_{\text{менші}}$  кеңінен қолданылады. Оның мәні тіпті бір типті стансалар ішінде блоктарының қуатына, олардың санына, пайдаланылатын отынның түріне және экологиялық талаптарға байланысты кең ауқымда жатады. Қуаты 800 МВт-тан асатын стансалар үшін  $K_{\text{менші}} = 2000$  \$/кВт сәйкес үлесте қабылданады. АҚШ долларының бағасын есептеуде 380 теңге деп қабылдау керек: ал біздің ЭС-ның қуаты 2450 МВт,  $K_{\text{менші}} = 2000$  \$/кВт. [27]

ЭС құрылысына капсалымдар:

$$K = K_{\text{менші}} \cdot N_{\text{орн}} = 2000 \cdot 380 \cdot 2673 \cdot 0,7 = 203150 \text{ млн. теңге} \quad (8.15)$$

Амортизациялық аударылымдар:

$$\text{Ш}_{\text{а}} = 0,045 \cdot K = 0,045 \cdot 203150 = 9142 \text{ млн. теңге} \quad (8.16)$$

Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу:

$$\text{Ш}_{\text{ж}} = 0,25 \cdot \text{Ш}_{\text{а}} = 0,25 \cdot 9142 = 2285 \text{ млн. теңге} \quad (8.17)$$

Шығарындыларға төлемдерді есептеу:

									Бет
									75
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

$$\text{Ш}_{\text{шығ}} = (200-250) \cdot \text{В}_T = 225 \cdot 4961,25 = 1681 \text{ млн.теңге} \quad (8.18)$$

### 8.7 Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу

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

Ауқымды есептеулер үшін мына кейіптемені пайдалануға болады:

$$\text{Ш}_{\text{жалпы}} = (0,2) \cdot (\text{Ш}_a + \text{Ш}_{\text{еа}} + \text{Ш}_{\text{ж}}) = 0,2 \cdot (9142 + 1287 + 2285) = 2542 \text{ млн. теңге} \quad (8.19)$$

### 8.8 Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу

Шығындарды бөліп тарату еселеуіші:

$$K_6 = \frac{\text{В}_3}{\text{В}_{\text{ш}}} = 1 \quad (8.20)$$

Қайта құруға дейінгі электр энергиясын өндіруге кететін шығындар құраушыларын кестеге енгіземіз:

8.1 кесте – Қайта құруға дейінгі шығындар құраушылары

ШЫҒЫ Н-ДАР	Ш <sub>отын</sub>	Ш <sub>су</sub>	Ш <sub>еа</sub>	Ш <sub>а</sub>	Ш <sub>ж</sub>	Ш <sub>жс</sub>	Ш <sub>шығ</sub>	Барлық ШЫҒЫНДАР
Ш, млн.тг	20241, 9	2352	1287	9142	2285	2542	1681	39531

Қайта құруға дейінгі электр энергиясын жіберудің өзіндік құны:

$$S_3 = (\text{Ш}_{\text{отын}} + \text{Ш}_c + \text{Ш}_{\text{еа}} + \text{Ш}_a + \text{Ш}_{\text{ж}} + \text{Ш}_{\text{жс}} + \text{Ш}_{\text{шығ}}) / \text{Э}_{\text{жіб}} = 39531 / 13500 = 2,92 \text{ теңге/кВт сағ.} \quad (8.22)$$

### 8.9 СКЕҚК қондырғысы үшін кететін шығындар

Жалпы СКЕҚК қондырғысын орнатуға кететін шығындар:

$$\text{Ш}_{\text{ж}} = \text{Ш}_{\text{жс}} + \text{Ш}_{\text{кк}} + \text{Ш}_{\text{фк}} + \text{Ш}_{\text{еа}} + \text{Ш}_3 + \text{Ш}_{\text{кос}} \quad (9.1)$$

мұндағы Ш<sub>жс</sub> – негізгі қондырғыға кететін шығын;

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				76



- $Ш_{кк}$  - қосалқы қондырғыларға кететін шығын;
- $Ш_{ғк}$  – ғимарат құрылысына кететін шығын;
- $Ш_{са}$  – жұмысшылардың еңбек ақысына кететін шығын;
- $Ш_э$  – электр энергиясына кететін шығын;
- $Ш_{қос}$  – қосымша шығындар.

«СДК-Комплектация» фирмасының баға парақшасына сәйкес Х-80-50-200(ағыны 50 м<sup>3</sup>/сағ, қуаты 30кВт)реагент айдайтын химиялық насосының бағасы 56666 руб., курс бағасын 1 руб – 6 тг деп алсақ, сорғы бағасы 340000 теңге болады, ал бізге 2 сорғы қажет, сонда қондырғыны сатып алуға 680000 теңге жұмсалады. Ал реагентке келетін болсақ, аммиак суының бағасы- 85000 теңге/м<sup>3</sup>. Реагентті беру жүйесі АСДР “Комплексон-6” (Н0,5) бағасы 417000р, теңгеге ауыстырғанда шамамен 2,5 млн теңге, оның құрамында:

#### 9.1 кесте – Реагентті беру жүйесі құрамы

1	Басқару блогі	1 шт
2	Өлшеуіш сорғы	1шт
3	Реагент танкі	1шт
4	Адаптері бар су есептегіштері (импульстік шығыс)	1шт
5	Тазартқыш	1шт
6	Реагентті енгізу құрылғысы	7м
7	Бекітілген шланг (DN = 6,3 мм)	7м
8	Күшті икемді сым	1шт

$Ш_{жс} = 3435$  мың теңге.

Қосалқы қондырғыларға кететін шығын шығыс бактары, араластырғыш, таратушы құбырлар, форсунка, реттеуіш клапандар, фильтрлер, задвижкалар, басқару қондырғылары, реттегіштер және т.б.

$Ш_{кк} = 3$  млн.тг

Әрбір қондырғыны орнату және оған құрылыс орнын дайындау қондырғының бағасының 30-40% алады. [27]

$$Ш_{ғк} = 0,3 \cdot Ш_{жс} = 0,3 \cdot 3435 = 1031 \text{ мың тг} \quad (9.2)$$

Еңбек ақы шығыны, орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы  $Ш_{са}$  бір қызметкерге 1,2÷1,5 млн теңге деп қабылданады [26]. Бізде 4 қызметші бар сонда

$$Ш_{са} = 4 \cdot 1,2 = 4800 \text{ мың тг} \quad (9.3)$$

Электр энергиясына кететін шығын

$$Ш_э = N_{жс} \cdot n \cdot B_{ээ} \quad (9.4)$$

									Бет
									77
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				

мұндағы  $N_{жс}=30$  кВт қондырғы қуаты,  $n=3000$ сағ жылдық жұмыс істеу сағаты;  
 $B_{ээ}=15,9$  тг/кВт\*сағ.

$$Ш_э=30 \cdot 3000 \cdot 15,9 = 1431 \text{ мың тг} \quad (9.5)$$

Қосымша шығындар осы шығындардың 3-5% алады.

$$Ш_{кос} = (Ш_{жс} + Ш_{кк} + Ш_{фк} + Ш_{са} + Ш_э) \cdot 0,05 = \\ = (3,435 + 3 + 1,031 + 4,8 + 1,431) \cdot 0,05 = 1,234 \text{ мың тг} \quad (9.6)$$

Қондырғыны орнатуға кететін жалпы шығындар:

$$Ш_{ж} = Ш_{жс} + Ш_{кк} + Ш_{фк} + Ш_{са} + Ш_э + Ш_{кос} = \\ = 3,435 + 3 + 1,031 + 4,8 + 1,431 + 1,234 = 14931 \text{ мың тг} \quad (9.7)$$

Пайдаланудағы шығын

$$Ш_{пш} = Ш_{аа} + Ш_{са} + Ш_{жж} + Ш_э + Ш_{к} \quad (9.8)$$

$$Ш_{пш} = 9,142 + 4,8 + 1,371 + 1,431 + 1,234 = 17978 \text{ мың тг}$$

Ағымдық жөндеу жұмыстарына кететін шығын амортизациялық аударымның 15 % құрайды.

$$Ш_{жж} = 0,15 \cdot Ш_{аа} = 9,142 \cdot 0,15 = 1371 \text{ мың тг} \quad (9.9)$$

Қайта құрудан кейінгі электр энергиясын жіберудің өзіндік құны:

$$S_э = Ш_{ээ} + Ш_э / Э_{жіб} = 40962 / 13500 = 3,034 \text{ теңге/кВтсағ} \quad (9.10)$$

### 8.10 СКЕКҚ қондырғысын пайдалануды экономикалық бағалау

СКЕКҚ қондырғысына кететін жалпы шығындар 14931 мың құрады. Инвестициялық жобаны бағалауды тек төрт көрсеткіш пайдаланатыны белгілі:

$I_0$  - бастапқы инвестициялар;

CF - несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағыны;

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

n - несиенің күнтізбелік жылы.

$$I_0 = K = 14931 \text{ мың теңге}$$

Инвестициялық жобаларды жасағанда және талдағанда ең қиыны

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		78

пайданы есептеу және несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағынын CF есептеу болып табылады.

Біздің ЭС-ның электр энергиясын жіберу тарифінің рентабелділігі 30% делік, демек:

$$T_3 = S_3 \cdot 1,3 = 3,034 \cdot 1,3 = 3,94 \text{ теңге/кВт сағ} \quad (10.1)$$

ЭС-ның электр энергиясын өткізуден түсетін кірісі мынаған тең:

$$K = T_3 \cdot \Delta_{\text{жіб}} = 3,94 \cdot 13,5 = 53,19 \text{ млн теңге} \quad (10.2)$$

Ал қосынды шығындар мына түрде анықталады:

$$Ш = S_3 \cdot \Delta_{\text{жіб}} = 3,034 \cdot 13,5 = 40,96 \text{ млн теңге} \quad (10.3)$$

Олардың айырмасы пайданың мөлшерін береді:

$$П = K - Ш = 53,19 - 40,96 = 12,23 \text{ млн.теңге} \quad (10.4)$$

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

$$ТП = П \cdot (1 - 0,2) = 12,23 \cdot 0,8 = 9,784 \text{ млн.теңге} \quad (10.5)$$

демек бұл сумма қаржылық ағынды CF-ті құрап, қондырғыны қоюға кететін шығынды толығымен жабады.

### 8.11 Инвестицияның өтелу мерзімін PP есептеу

Бұл әдіс бастапқы инвестициялардың сомасын өтеуге қажет уақытты анықтауға негізделген:

$$PP = \frac{I_0}{CF_n} = \frac{14,931}{9784} = 0,0015 \quad (11.1)$$

Өтелу мерзімі жуықтап алғанда 1 ай.

Түйіндей келсек, капиталды салымы 14931 мың теңгені құрайтын СКЕҚК қондырғысының өтелу мерзімі нормаға сай болып табылады.

## Қорытынды

Атмосфераға азот оксидтерінің шығарылуын азайту үшін қазандық агрегаттары ең алдымен технологиялық іс-шараларды пайдаланған жөн. Олар оттықтар мен ошақтық құрылғыларының құрылымы мен режимдерін өзгерту арқылы және азоттың оксидтерінің түзілуі аз болатын жағдайлар жасау жолымен жану процесіне әсер етуден тұрады. Осы іс-шаралардың көмегімен табиғи газды жағу кезінде азот оксиді үлесін  $80-120 \text{ мг/нм}^3$  дейін, мазутты жағу кезінде  $200-250 \text{ мг/нм}^3$ , қоңыр көмірді жағу кезінде  $250-350 \text{ мг/нм}^3$ , тас көмірді жағу кезінде  $350-450 \text{ мг/нм}^3$  және аз реакциялық көмірді жағу кезінде  $550-700 \text{ мг/нм}^3$  дейін азайтуға қол жеткізуге болады.

Технологиялық әдістердің көмегімен  $\text{NO}_x$  концентрациясын талап етілетін деңгейге дейін төмендету мүмкін болмаған жағдайда селективті каталитикалық емес қалпына келтіру (СКЕҚК) және азот оксидтерінің селективті каталитикалық қалпына келтіру (СКҚК) жүйелерін қолданған орынды.

Осы жобада жүргізілген талдау нәтижелері  $\text{NO}_x$  шығарындыларының терең төмендеуі екі тәсілмен қамтамасыз етілуі мүмкін екенін көрсетті: қазандықтарды СКЕҚК-қондырғыларымен жабдықтау арқылы, бұл тәсілдің көмегімен  $\text{NO}_x$  газдарынан тазарту тиімділігі  $40-60\%$  құраса, технологиялық іс-шаралармен үйлестіргенде  $85\%$  тазартуға қол жеткізуге болады. Түгін газдарындағы  $\text{NO}_x$  тазартқанға дейін  $1800-2000 \text{ мг/м}^3$  болса, эмиссиясы тазартудан кейін  $200 \text{ мг/м}^3$ -ге дейін төмендеуі мүмкін. Бұл әдіс ЕО дамыған елдерінде жаңадан салынған және ұзақ уақыт бойы жұмыс істеп тұрған қазандықтары үшін пайдаланылады. СКВ-қондырғыларды салуға жоғары күрделі шығындар ( $50 \text{ дол/кВт}$  дейін), сондай-ақ отандық катализаторлардың болмауы таяудағы жылдары осы технологияны кеңінен қолдану мүмкіндігін болдырмайды; ошақтық іс-шараларды және жобада қарастырылған СКЕҚК-технологиясын бір мезгілде қолдану арқылы.

Жұмыс істеп тұрған қазандықпен ұштасқан СКЕҚК-қондырғыға кететін күрделі шығындар, СКҚК қондырғысына қарағанда шамамен 13 есе аз.

Осылайша,  $\text{NO}_x$  шығарындыларын терең азайтудың ұсынылған екі тәсілінен отындық іс-шаралар мен СКЕҚК-технологиялардың үйлесімі оңтайлы болып табылады. Аммиакты қазандықтың газ жүретін жоғары температуралы аймағына енгізуі бұмен жүзеге асырылады. Бу шығыны номиналды бу өнімділігінен  $1,5\%$  - ға жуық болып келеді. Қазандықтарды СКЕҚК қондырғыларымен жабдықтау от жағу-жанарғы құрылғылары мен қазандық жолдарын қайта жанартуды талап етпейді. Қазандық цехының шегінде қондырғының металл сыйымдылығы:  $10-15 \text{ т}$ . Қондырғыны енгізу мерзімі-бір жыл шегінде (жобалау жұмыстарын қоса алғанда).

										Бет
										80
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

## Әдебиеттер тізімі

1 Ходаков Ю. С. Азот оксиді мен әдістемесі мәселелерін шешу. 2-ші басылым. М.: ООО "ЭСТ-М", 2002.

2 Алфеев А.А. Разработка и освоение технологии очистки дымовых газов ТЭС от оксидов азота методом селективного некаталитического восстановления аммиаком: Автореф. дис.... канд. техн. наук. М., 1999.

3 Освоение технологии селективного некаталитического восстановления оксидов азота дымовых газов аммиаком на Тольяттинской ТЭЦ / Ю.С. Ходаков, А.А. Алфеев, Л.Н. Горчаков и др. // Теплоэнергетика. 1998. № 2. С. 22—26.

4 Способ и устройство для очистки дымовых газов от оксидов азота селективным некаталитическим восстановлением / Ю.В. Ржезников, А.М.Кузьмин, Ю.С. Ходаков, А.А. Алфеев // Изобретения. 2003. № 8.

5 Способ очистки газообразных продуктов сгорания ТЭС от оксидов азота и устройство для его осуществления / А.А. Алфеев, И.И. Иванов, Л.Н. Горчаков, Л.Д. Скорик // Изобретения. 1992. № 8.

6 Устройство для очистки дымовых газов котельной установки от оксидов азота / Ю.С. Ходаков, Ю.В. Ржезников, В.С. Бесков и др. // Изобретения. 1998. № 3.

7 Мусабеков Р.А. Қазандық қондырғылар және бу генераторлары. Дәрістер жинағы, курстық жұмыст орындауға арналған нұсқалар. Алматы: АЭЖБУ, 2013.

8 Тепловой расчёт котельных агрегатов (норм. метод). – М.: Энергия, 1973.

9 Аэродинамический расчёт котельных агрегатов (нормативный метод). – М.: Энергия, 1973.

10 Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха / под ред. канд. тех. наук И.Г. Староверова //М.: Строиздат, 1978.

11 Липов Ю. М., Самойлов Ю. Ф., Виленский Т. В. Компонировка и тепловой расчет парового котла. Москва: Энергоатомиздат, 1988.

12 Сидельковский Л. Н., Юренев В. И. Котельные установки промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1988.

13 Ривкин С. Л. Александров Л. А. Термодинамические свойства воды и водяного пара (справочник). М.: Энергоатомиздат, 1984.

14 Бегимбетова А.С. Защита от производственного шума. Методические указания к выполнению дипломного проекта, Алматы, АИЭС, 1995г.

15 Жакупов А.А., Валиева Л.Ш. Дипломдық жобаларда экономикалық бөлімін орындау.-Алматы: АЭЖБУ, 2015-33б.

											Бет
											81
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні							