

Имя пользователя:
Баранюк Александр Володимирович

ID проверки:
1011615561

Дата проверки:
20.06.2022 08:54:56 EEST

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

Дата отчета:
20.06.2022 09:00:28 EEST

ID пользователя:
100007114

Название файла: ТК81-Orlovskii-diploma-2022

Количество страниц: 26 Количество слов: 4203 Количество символов: 30117 Размер файла: 1.40 MB ID файла: 1011483795

Обнаружены модификации текста (могут влиять на процент совпадений)

6.95% Совпадения

Наибольшее совпадение: 3.05% с источником из Библиотеки (ID файла: 3440412)

4.21% Источники из Интернета 19 Страница 28

6.66% Источники из Библиотеки 92 Страница 28

0% Цитат

Исключение цитат выключено

Исключение списка библиографических ссылок выключено

0% Исключений

Нет исключенных источников

Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы 25

Подозрительное форматирование 4
страницы

3 Основні шляхи зменшення викидів токсичних газів ТЕС

3.1 Очищення димових газів від сірковмісних речовин

Найсерйознішою проблемою захисту атмосферних басейнів є скорочення викидів двоокису сірки, які, за оцінками, становлять мільйони тонн щороку викидаються в атмосферу під час спалювання викопного палива. Для аналізу впливу типу палива на викиди оксидів сірки та інших шкідливих домішок важливо знати питому кількість викидів на 1 кВт·год електроенергії. в таблиці. 3.1 наведено питому викиди надлишкового повітря в газі в г/(кВт·год), $\alpha_{ух} = 1,4$. в таблиці. 3.2 показана приблизна структура викидів SO₂ від усіх ТЕС пост радянського простору. Таблиця. 3.2 Проаналізовано джерела викидів, які показують, що основні та зростаючі викиди SO₂ забезпечуються використанням твердого палива на електростанціях.

Таблиця `3.1. Питомі викиди шкідливих речовин від теплових електростанцій під час найбільш поширених процесів спалювання викопного палива, г/(кВт·год)

Топливо	Выход газов при нормальных условиях, м ³ /(кВт·ч)	Летучая зола	Оксиды серы	Оксиды азота
Березовский уголь	4,35	29	2,1	1,8
Кузнецкий уголь	4,1	82	3,5	5
Донецкий тощий уголь	4	97	21,6	2,8
Экибастузский уголь	4,05	253	9,1	3,2
Сланцы эстонские	5,2	320	18,5	3,4
Подмосковный бурый уголь	4,8	242	53,5	2,8
Мазут (S ^p =3%)	4	0,4	15,9	3,2

Таблиця 3.2. Динаміка викидів SO₂ від теплових електростанцій

Составляющие суммарного выброса диоксида серы	1975	1980	1985	1990
От сжигания всех видов твердого топлива, %	60,8	61,6	71,6	77,9
В том числе:				
высокосернистых углей	42,5	44,6	40,3	39,5
колчеданной серы высокосернистых углей	26,8	28,2	25,5	25
От сжигания сернистого мазута, %	39,2	38,4	28,4	22,1

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Важливим напрямком вирішення аналізованих проблем є екологічно чистий розподіл палива на електростанціях. Наприклад, електростанції у великих містах, які спалюють сірковмісний мазут або сірковмісне вугілля, мають перейти на спалювання природного газу. Але цей шлях обмежений необхідною кількістю газу. Якщо теплоелектростанція не може перейти на спалювання газу або твердого палива з низьким вмістом сірки, необхідно розглянути можливість очищення димового газу або включення сірки в процесі горіння, а також початкове видалення сірки з палива. Методи очищення димових газів можна класифікувати як циклічні (закриті), при яких адсорбент (поглинає тверду або рідку речовину) відновлюється і повертається в цикл, використовуючи уловлений діоксид сірки, і нерезициркуляційний (відкритий), в якому адсорбуються речовини і інші речовини, які не виробляють регенерацію. Крім того, методи десульфурації поділяються на сухі та мокрі методи. Техніко-економічні розрахунки показують, що зі збільшенням вмісту сірки в паливі та збільшення концентрації сірчистого газу в димовому газі підвищується доцільність методів очищення з використанням уловленого діоксиду сірки. Враховуючи масштаби виробництва сірки та сірчаної кислоти в СРСР та її собівартість, можна зробити висновок, що використання сірчистого методу переробки димових газів ТЕЦ протягом розглянутого періоду економічно не виправдане (за винятком ефекту екологічної обробки сірки). Для основних фракцій вугілля - Кузнецького, Екібастузького, Канськ-Ачинського, Нерюнгрінського, Куучекіна - характерний вміст сірчистого газу в димовому газі становить 0,03-0,06% за об'ємом, тобто майже на порядок нижче, ніж при спалюванні вугілля під Москвою. Навпаки, у кольоровій металургії газу з вмістом сірчистого газу нижче 1-3% вважаються небажаними газами. Слід також пам'ятати, що циклічні методи очищення є складним хімічним виробництвом і є набагато дорожчими з точки зору інвестицій та експлуатаційних витрат для варіантів без утилізації.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Вологий вапняковий (вапняковий) метод

Цей ациклічний процес є найбільш розвиненим і найпоширенішим на електростанціях у Сполучених Штатах, Японії, Німеччині та Демократичній Республіці Конго, і він забезпечує 90% очищення газу SO₂. Щодо впровадження вапнякового процесу нашої країни на агломераційному заводі Магнітогірського металургійного комбінату, на науково-виробничих об'єктах комбінованої теплоенергетики в Сєвєво-Донецьку та Губкіні. Метод заснований на нейтралізації сірчаної кислоти, яка є результатом розчинення діоксиду сірки за допомогою найдешевших лужних реагентів - оксиду кальцію (вапна) або гідрату карбонату кальцію (вапняку):



В результаті цих реакцій виходить сульфід кальцію, який частково окислюється до сульфату кальцію. На більшості заводів, побудованих у 1960-1970-х роках, знешкоджені продукти не використовувалися і відправлялися на сміттєзвалища. Останніми роками цей метод був удосконалений: сульфід окислюється до сульфату кальцію, який після відповідної термічної обробки використовується як будівельний матеріал (гіпс). на рис. На рисунку 3.1 наведено принципову схему одного з варіантів способу очищення вапняку. Димовий газ після повітрянагрівача потрапляє в пило збірник. Потім димовий газ направляється в скрубєр для видалення діоксиду сірки. Скрубєр зрошується водою, що містить тонко подрібнений вапняк і нейтралізовані продукти. Очищений газ виділяється з розпилення розчину в розпилювачі, нагрівається в теплообміннику і викидається в атмосферу через трубу. Свіжу суспензію додавали до підкисленої рідини, що виходить із скрубєра, для нейтралізації кислоти.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як показано. 3.1. Принципова схема очищення димових газів від діоксиду сірки вапняковим методом:



1 - Зольник; 2 - Димосос; 3 Скрубер; 4 Розпилювач; 5 Нагрівач; 6 - Ємність;
7 - Циркуляційний насос; 8 - Пристрій для приготування суспензії вапняку; 9 -
Згущувач; 10 Ємність для шламу; 11 - скидання шламу на переробку або на золо
відвал

Після цього рідина, насичена сульфідом кальцію, витримується в резервуарі 6 протягом певного часу для завершення процесу кристалізації сульфату кальцію, а насос 7 направляється для промивання скрубера. З часом кристали сульфату кальцію та залишки летючої золи можуть накопичуватися в рідині для зрошення. Коли концентрація твердих частинок досягає приблизно 10-15% від маси рідини, частина суспензії видаляється з обігу на відвалі або отримують товарний продукт. Приготування вапнякової суспензії проводять на апаратів Н. шляхом дроблення та подрібнення. Використовуючи всі мокрі процеси, що очищують димовий газ від оксидів сірки, температуру вихлопного газу знижують з 130°C до 50°C. Опалення зазвичай здійснюється за допомогою газоподібного палива або тепла сирого газу. Витрата палива становить близько 3% від палива, що витрачається котлом. Газ нагрівають, щоб забезпечити розсіювання після виходу з димоходу. Одним із складних процесів очищення димових газів «мокрими процесами» є ефективне уловлювання бризок зрошувального розчину з газів, що викидаються в атмосферу. Краплі суспензії зрошують скрубери і містять багато зважених частинок, які

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

залишаються на поверхнях елементів розпилювача, утворюючи з часом відкладення, які підвищують гідравлічний опір обладнання та вимагають періодичного очищення. В останні роки Німеччина, Японія та інші країни використовували невелику кількість карбонової кислоти та інших добавок для контролю осадження реагентів, особливо осадження реагентів на основі вапна. Ці добавки дозволяють отримати не суспензію, а прозорий вапняний розчин. Таким чином, можна уникнути основної складності в роботі вапняної установки, яка полягає у великій кількості твердих відкладень на стінках скрубера.

3.3 Сухий і мокрий метод

Цей необіговий метод широко використовується в Західній Європі та США, в основному для спалювання вугілля з вмістом сірки від 0-5 до 1,5%. Метод заснований на поглинанні діоксиду сірки з димового газу шляхом випаровування крапель вапняного розчину. Ефективність уловлювання сірки становить понад 90%. Принципова схема мокрого та сухого способу показана на малюнку 1. 3.2 Димовий газ очищається від золи в золоуловлювачі і надходить у сушарку, яка також використовується як реактор. З проміжного резервуара до сушарки подається дрібнодисперсна суміш свіжого та використаного вапняного розчину.

3.2 Принципова схема технологічного потоку діоксиду сірки сухого та мокрого очищення димового газу ТЕС:



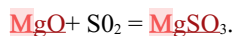
					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1- Димовий газ при кімнатній температурі 130-150°C; 2- Золоуловлювач для попереднього очищення газу; 3- Сушарка (реактор); 4 проміжні ємності; 5- Використана або захована летюча зола; 6- Розчини для вапна; 7 - Пиловловлювач ; 8 - Вузол, де суміш сульфїту та сульфату кальцію переробляється в кінцевий продукт; 9 - Кінцевий продукт (хайп); 10 - Очищення димових газів

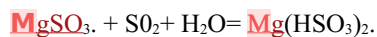
Висушений продукт реакції осаджується в пиловловлювачі, а очищений сірчистим газом газ потрапляє в димохід. У вузлі 8 суміш сульфїту та сульфату кальцію, уловлена термічним окисленням, переробляється в кінцевий будівельний матеріал продукту. Перевагами мокрого та сухого методу очищення димових газів 502 є: отримання продукту в сухому вигляді, відсутність стічних вод, високий рівень використання реагентів (~1) та помірний аеродинамічний опір системи. Недоліком цього способу є відмова від використання дешевого вапняку і використання високоякісного вапна.

3.4 Метод магнезитового циклу є найбільш вивченим.

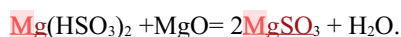
Метод апробований на науково-дослідних і промислових установках ТЕЦ у Сєвєво-Донецьку. Будь-який метод циклу не пропорційний варіанту без циклу. Суть методу полягає в суспензійній реакції діоксиду сірки та оксиду магнеїю.



Сульфїт магнеїю реагує з діоксидом сірки з утворенням бісульфїту магнеїю:



Нейтралізуйте бісульфїт магнеїю, додавши магнезит:



Сульфїт магнеїю, що утворюється під час випалу при 800-900°C, зазнає термічного розкладання з утворенням вихідної речовини в результаті реакції $\text{MgSO}_3 = \text{MgO} + \text{SO}_2$. (3.6). Оксид магнеїю повертається в процес, а концентрований діоксид сірки можна перетворити на сірчану кислоту або елементарну сірку. Димовий газ видаляє оксиди сірки в промивній вежі до концентрації 0,03% і отримує розчин бісульфїту магнеїю з концентрацією 50-70г/л і

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

надходить в циркуляційний бак, де ця частина розчину потрапляє в герметичний бак і повертається назад, до промивної вежі для поливу, а решта Нейтралізатор виділяє сульфат магнію. Основним недоліком процесу переробки магнезиту є наявність виробництва сірчаної кислоти та велика кількість переробки твердих речовин (кристали сульфату, зола, магнезія), що пов'язано із зносом обладнання та запиленням.

3.5 Аміачно-циклічний спосіб

На основі оборотної реакції між розчиненими сульфатами та бісульфітом амонію та діоксидом сірки, поглиненими з димового газу:



При температурі 30-35 °С ця реакція протікає зліва направо, а при кип'ятінні розчину - у зворотному напрямку. Аміачно-циклічний спосіб дозволяє отримувати скраплений 100%-ний сірчистий ангідрид і сульфат амонію-хімічні продукти, необхідні народному господарству. З цього способу побудовано дослідно-промислове обладнання на Дорогобузькій ГРЕС.

3.6 Озоновий метод

Одночасне очищення димових газів від оксидів сірки та азоту. Всі перераховані вище способи дозволяють видаляти димовий газ гідроелектростанцій тільки від сірчистого газу, а також хлоридних і фторидних сполук. Що стосується 90-95% оксиду азоту в димовому газі, то всі вони вловлюються в невеликій кількості. Це пояснюється тим, що реакційна здатність оксиду азоту на три порядки нижча, ніж у діоксиду сірки. Озоновий метод дозволяє окислювати нижчі оксиди азоту і частину сірки озоном, який потім з'єднується з аміаком. Цей метод був розроблений в СРСР і випробуваний на

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Молдавській обласній електростанції. Використовується за кордоном у Німеччині та Японії. Схема ОПУ Молдавської обласної електростанції показана на рис.3.3 Димові газів від електростанції 200 МВт.

Як показано. 3.3 Принципова схема пілотної установки (ОПУ) для очищення димових газів від SO_x і NO_x озонним методом:



1—Подача димових газів до ОПУ; 2—Коагулятор Вентурі третьої ступені; 3—Форсунка; 4—Уловлювач крапель; 5—Видалення диму; 6—Можливість циркуляції; 7—Насос; 8—Подача абсорбційної рідини; 9—блок очищення повітря 10 —осушувач повітря; 11 — генератор озону; 12 — подача озону; 13 — насос; 14 — резервуар для готової продукції

Згоряючи донецьке вугілля, золу видаляють у вологих золоуловлювачах з ККД 94-96%, але димохід направляють в ОПУ. В якості абсорбційного пристрою використовували пристрій, що складається з третинного конденсатора Вентурі та

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

краплеуловлювача. Газ надходить у конденсатор. Серед них зрошувальна рідина та озон одночасно подаються через двоканальні форсунки. Відбувається розділення двофазного потоку в краплеуловлювачі: 74% очищеного димового газу направляється в трубу, а промивна рідина знаходиться в циркуляційному баку. Потім розчин циркулює циркуляційним насосом для зрошення газового конденсатора Вентурі. Внаслідок окислення озону нижчі оксиди азоту NO і NO_2 перетворюються на вищі оксиди азоту, головним чином N_2O_5 . Двоокис сірки одночасно окислюється до SO_3 . При контакті з водою утворюється суміш азотної і сірчаної кислот. Суміш нейтралізували введенням водного аміаку в рециркуляційний резервуар. Отримана кислота нейтралізує нітрити і сульфати і видаляється з циклу для подальшого використання в якості суміші добрив аміачної селітри NH_4NO_3 і сульфату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. У той же час ці добрива багаті поживними речовинами із золи (мідь, марганець, бор, фосфор тощо), які стимулюють ріст рослин. Основними недоліками озонowego методу є висока енергетична здатність генерувати озон, яка може досягати 6-10% потужності електростанції, і сильна корозійність суміші сірчаної та азотної кислоти.

3.7 Сухий вапняковий (адитивний) метод

Це найпростіше і вимагає найменших інвестицій. Суть методу полягає в тому, щоб додати до горючого палива вапняк або доломіт кількість приблизно в 2 рази більше, ніж стехіометричний вміст сірки у вихідному паливі. Найчастіше в паливник подається суміш мулового пилу і меленого вапняку. При згорянні вугілля нульовий вапняк у топці - карбонат кальцію - розкладається на вуглекислий газ і оксид кальцію, останні рухаються разом з продуктами згоряння по трубах котла, взаємодіючи з сіркою і сірчистим газом, утворюючи сульфіти і сульфат кальцію. Сульфат і сульфід кальцію захоплюються золоуловлювачем разом із золою. Вільний оксид кальцію, що міститься в паливній золі, також поєднується з оксидами сірки. Основним недоліком цього способу очищення газу є утворення сильних відкладень золи та сульфату кальцію на нагрітих поверхнях в діапазоні температур 700-1000°C. Підсумовуючи різні міркування, це фактично хімічний

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

метод очищення димових газів теплових електростанцій від діоксиду сірки, слід зазначити, що інвестиції в неперіодичний метод очищення становлять близько 10-15%, а періодичний - 30 -40% від вартості одиниці. Для уловлювання діоксиду сірки також можна використовувати вологі золоуловлювачі. на рис. На рисунку 1.4 показано, як уловлювання SO₂ залежить від лужності циркулюючої води. Спосіб утилізації економічно вигідний, коли вміст сірки в паливі перевищує 3,5-4%. В інших випадках, 75%, економічно доцільно використовувати мокрий вапняк або сухий мокрий вапняковий способи. Подальший розвиток та вдосконалення методів очищення димових газів SO_x спрямовані на досягнення безвідходних технологій.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Обработка сероводородных топлив перед сжиганием

жидкое топливо. Десульфурацию (десульфурацию) мазута лучше проводить на НПЗ. Выполняется прямой или косвенный металл. При косвенной десульфурации наиболее важную часть нефтяного остатка сначала выделяют вакуумной перегонкой, затем более легкие компоненты освобождают от серы путем гидроочистки и снова смешивают с остальной или частью тяжелой остатка для получения низкого содержания серы (около 1%).).

При прямой метод десульфурации весь остаток нефти подвергается каталитическому гидроочистке под давлением.

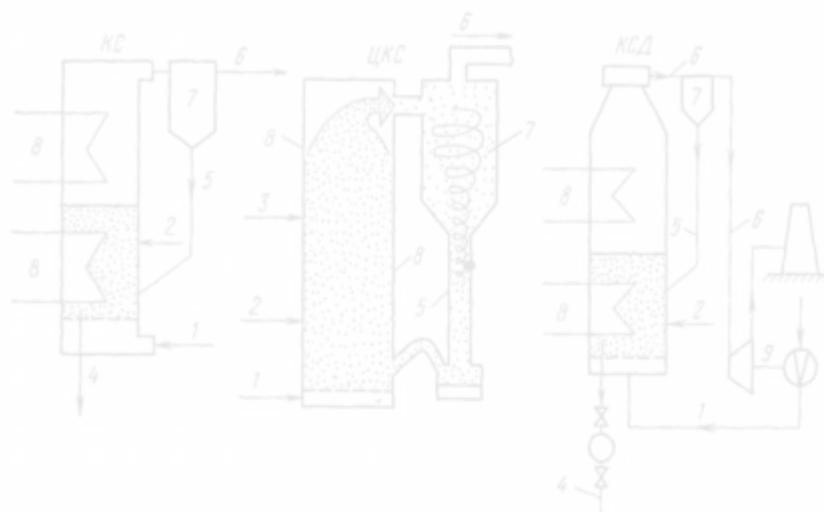
Стоимость очистки мазута в значительной степени зависит от стоимости водорода, который тратится при гидроочистке и добавляет около 3 руб./т за каждые 0,5% удаления серы.

Для решения экологических проблем, особенно для уменьшения выбросов оксида серы, в последние годы уделяется большое внимание сжиганию твердого топлива в кипящих слоях и созданию паро- и газовых установок путем газификации угля.

Принцип сжигания твердого топлива в псевдоожиженном слое показан на рисунке 1. 4.1. Подготовленное топливо смешивается с инертным материалом (например, кварцевым песком или подготовленным шлаком) и сорбентом (известком или доломитом), который связывает оксиды серы и горит при температуре 800-900 градусов Цельсия выше распределительной решетки. Из нижней части решетки подается воздух для обеспечения псевдоожиженного (классического) состояния кипения.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Подпис	Дата		

4.1. Схема пристрою з псевдозрідженим шаром



KS — класичний псевдозріджений шар, ЦКС — циркулюючий псевдозріджений шар, КСД — киплячий шар під тиском;

1 - первинне повітря; 2 - подача палива; 3 - вторинне повітря; 4 - видалення золи; 5 - зворотний розподіл; 6 продуктів згоряння; 7 - циклон; 8 поверхонь нагріву; 9 - вироби для турбіни та компресора

Вапняк, доданий до шару, руйнується з виділенням CO₂:



Потім оксид кальцію реагує з діоксидом сірки:



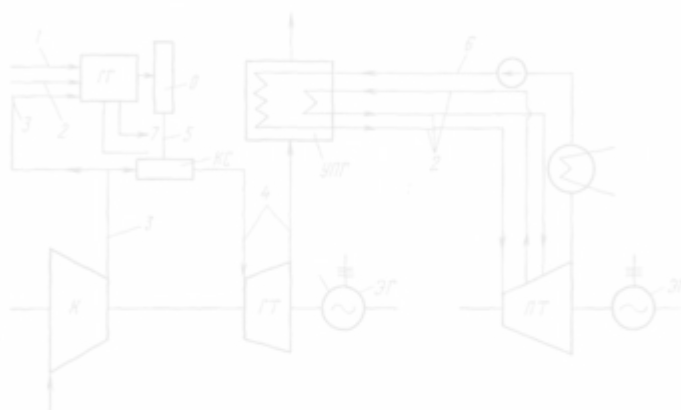
Парогазові установки (ПГУ) також є перспективним напрямком для значного зниження шкідливих викидів теплових електростанцій. Один із типів циклових схем газифікації вугілля показаний на рисунку 4.2 Тверде паливо газифікується в газогенераторі, а сірка, що міститься у вугіллі, перетворюється на сірководень. Потім газ проходить через систему видалення сірководню і пилу і потрапляє в камеру згоряння газової турбіни. Для підвищення ефективності циклу

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

відпрацьований газ з газової турбіни направляється в циклічний парогенератор. Вироблена пара забезпечує енергію у звичайній паровій турбіні на тій же осі, що й генератор.

У пострадянський час було виготовлено та вивчається декілька котлів, що спалюють паливо в киплячому шарі. Подібна робота там триває. У США налагоджено масове виробництво таких котлів потужністю від 1 до 100 т/год. У Фінляндії Adstrom виробляє 420 т/год парових котлів із псевдозрідженим шаром.

4.2 Схема ПГУ з цикловою газифікацією:



К-компрессор; газовая турбина GT; GG - газогенератор; система очищення газу в О-генераторі; коротке замикання - камера згоряння; UPG - з використанням парогенератора; парова турбіна PT; EG - генератор: 1 - вугілля; 2 пари; 3 повітря; 4 - продукти згоряння; 5 - генераторний газ; 6 - вода; 7 - опалення в паровій секції (вода або пара)

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Шляхи зменшення викидів NO_x

Організувавши процес горіння, можна значно зменшити кількість оксидів азоту, що утворюються в процесі горіння. Практично застосовані наступні методи.

Зниження рівня температури в топці ефективно для котлів, що спалюють природний газ без азоту. Цей спосіб досягається встановленням більшої кількості пальників, які розміщуються на висоті кількох поверхів, прикладених до світлової завіси.

Рециркуляція димових газів успішно застосовується в нафтових і газових котлах з високою температурою всередині. Його ефективність залежить від кількості і температури циркулюючого газу, а також організації, яка вводить його в топку. Рециркуляційний газ повинен подаватися в топку зі швидкістю, близькою до швидкості повітря через окремих периферійний канал пальника.

На блоці Костромської ТЕС потужністю 300 МВт використання рециркуляції димових газів знизило концентрацію NO_x з 800 до 400 мг/м³.

Слід мати на увазі, що рециркуляція газу трохи підвищить вартість електроенергії, необхідної їм самостійно.

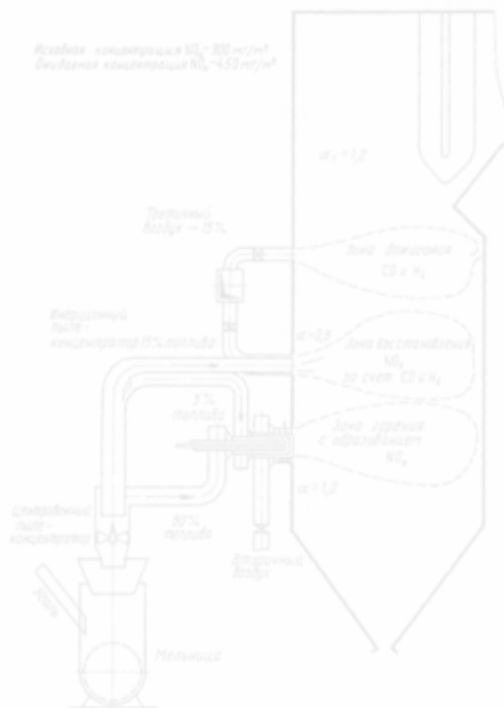
Введення вологи або пари в піч як спосіб зменшити викиди NO_x є простим, легким у налаштуванні та має низькі інвестиційні витрати. На котлах, що працюють на мазуті, він може знизити викиди NO_x на 20-30%, але пара вимагає тепла і викликає збільшення втрат газу. При спалюванні твердого палива результати дуже невеликі. Загалом, цей метод є екологічно чистим в надзвичайних ситуаціях, наприклад, в особливо суворих погодних умовах.

При двоступінчатому згорянні всі пальники живляться паливом з дефіцитом повітря, так що не вистачає кисню для утворення NO^{*}, і повітря нагнітається в кінці факела, якого недостатньо для повного згорання. Тому при спалюванні ковальського вугілля в котлах БКЗ-210-140Ф і БКЗ-220-100 концентрацію NO в димовому газі можна знизити з 800 до 450 мг/м³.

Ступінова подача палива для зменшення NO_x у печах є ефективним способом боротьби з NO_x (рис. 5.1). Над основним пиловугільним пальником в топці

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1 БКЗ-210-140 Твердопаливная Триступеневая схема горения



встановлено додаткові пальники, в які подавалося частково повітряне голодне паливо і створювалася зона з регенеративним середовищем. Вищі форсунки використовуються для подачі третинного повітря, необхідного для завершення згорання.

Конструкція пальника багато в чому визначає силу полум'я, швидкість змішування палива і повітря, максимальну температуру в активній зоні горіння. Наприклад, на котлі Карагандинська ТЕЦ-3 БКЗ-420-140-5 з двома проходами і вихровим пальником для вторинного повітря шляхом повільного підмішування вторинного повітря в повітряну суміш під час спалювання екібастузького вугілля NOx Концепція полягає в зниженні з 80 мг/м³, котел П-57 блок 500 МВт від 960 до 550 мг/м³.

Подача в пальник високої концентрації пилу (10-30 кг пилу на 1 кг повітря) і труб малого діаметру (60-90 мм) дозволяє знизити викиди NOx на 20%.

Арк.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Зменшення надлишку повітря для всіх видів палива в печі зменшує викиди NOx. Обмеженням застосування цього методу є поява в газі, що надходить, продуктів неповного згоряння (CO.H2), що збільшує вміст горючих речовин в процесі видалення, підвищує міцність і зашлакованість поверхні нагріву, а також високотемпературну корозію. екран.

Недостатньо досліджень було проведено щодо попереднього підігріву палива до 700°C. Попередні дані показують, що періодичний метод зменшує викиди NOx у 2-2,5 рази. Такий результат був досягнутий шляхом попереднього (перед подачею в піч) відбору летких речовин.

Слід пам'ятати, що використання методів, які пригнічують NO*, може призвести до багатьох труднощів. Це пов'язано зі складністю процесу горіння, різноманітними конструкціями печей, пальниками та властивостями палива.

У випадках, коли бажане скорочення викидів неможливо досягти шляхом придушення утворення NOx під час згоряння палива, його можна очистити.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Методи хімічного очищення газів від NO_x

Поділяються на групи:

- Окислювальний, заснований на окисленні оксиду азоту до вуглекислого газу, який потім поглинається різними абсорбентами;
- відновлення, засноване на використанні каталізаторів відновлення оксиду азоту до азоту і кисню;
- Адсорбція, заснована на адсорбції оксидів азоту різними абсорбентами (цеоліт, торф, кокс, водний розчин шовку та ін.).

Щодо очищення димових газів котла, то найбільш перспективний метод рекуперації. Найбільш вивченим методом є відновлення оксидів азоту аміаком, який заснований на селективній взаємодії аміаку з оксидами азоту при певній температурі за допомогою таких основних реакцій:



При високих температурах (900 - 1100°C) вони протікають досить швидко (миттєво) без каталізаторів. При більш високих температурах аміак розкладається і утворюються додаткові оксиди азоту, щонайменше - реакція різко сповільнюється і аміак викидається в кучу. Зменшується час реакції, таким чином скорочується довжина шляху. Коли це відбувається, необхідно забезпечити хороше змішування аміаку з димовим газом. Аміак присутній у верхній частині мідного димоходу в зоні перегрівача з газом або паром в обсязі, який не нагріває поверхню. Витрата оборотного газу, необхідна для інтенсивного перемішування, становить близько 15%, а витрата пари – від 1% до 3% від виробництва пари котла, залежно від способу введення та змішування аміачної суміші з димовим газом. На масу аміаку витрачається 0,5 частини на масову частину Ні.

Дозування аміаку повинно здійснюватися відповідно до режиму котла, щоб уникнути витoku аміаку в атмосферу.

При більш низьких температурах газу (573–723 К) розкладання оксидів азоту відбувається лише в присутності каталізаторів. В якості каталізаторів використовують оксиди різних металів (титану, хрому, ванадію). Їх наносять на

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементи з розвиненою поверхнею, виготовляють гранули, тарілки або стільники. Установки для розкладання NO_x можуть працювати на котлах, що працюють на природному газі. Мазут і вугілля (рисунк 6.1). Після проходження димового газу котла через економайзер він потрапляє в реактор 3 з каталізаторною установкою. Аміак вводиться в газ перед реактором через систему розподілу форсунок 2, розбавлений повітрям,

6.1. Схема пристрою для розкладання оксиду азоту:



1- котел; 2- введення аміаку; 3 реактори з каталізатором; 4- повітрянагрівач; 5- вентилятор; 6- електрофільтр; 7 - димохід; 8 - система подачі аміаку; 9 - сховище рідкого аміаку; 10 - випарник; 11 - потужність.

відбирається за дугтвовим вентилятором 5. Аміак подається через випарник 10 з рідкої аміачної композиції. Каталізаторні установки встановлюються в реактор в кілька шарів. Ефективність розкладання NO може досягати 90% за допомогою каталізатора.

Після тисячі годин роботи перевірте ефективність каталізатора на котлі (з їхнього досвіду роботи) знижується. У цьому випадку можна додати ще один ряд блоків каталізатора. Для зниження концентрації NO_x з 800 до 200 мг/м^3 для вугільного енергоблоку потужністю 500 МВт потрібно 0,7 т/год аміаку. Якщо

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

процес автоматизований, то залишкова концентрація аміаку в димовому газі становить 0,005%.

В останні роки для зниження виходу оксидів азоту при згорянні робляться спроби використовувати різні присадки до палива. Цікаве дослідження було проведено Центральноазіатським відділенням Інституту ВНДІпромгаз. При додаванні мінеральної присадки типу ВТІ-4 (10% хлориду магнію у воді), призначеної для зменшення високотемпературної сульфідної та низькотемпературної сірчаної корозії в котлах ПК-4-1, NOx при згорянні зменшує мазут з 0,6 до 0,42 г / м³.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Розрахунок викидів оксидів сірки для палива мазут №3

Таблиця 7.1 – Розрахункові характеристики палива

Паливо	Робоча маса палива								
	W^p	A^p	S^p	S^o	C^p	H^p	N^p	O^p	Σ
Мазут №3	0.49	0.05	1.8	1.8	85.71	11.45	0.5	0.5	100
Нижча теплота згорання палива $Q_{н}^p$, МДж/кг	37.57								
Вихід летючих речовин V_r , %	23								

7.1 Розрахунок об'ємів викидів продуктів згорання

Теоретична кількість повітря, що потрібне для спалювання палива:

$$V^0 = 0,0889 \cdot K^p + 0,265 \cdot H^p - 0,033 \cdot O^p$$

$$= 0,0889 \cdot 44,94 + 0,265 \cdot 3,2 - 0,033 \cdot 10,02 = 4,5 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

де $K^p = C^p + 0,375 \cdot S^p = 44,4 + 0,375 \cdot 0,9 = 44,94[\%]$.

Теоретичний об'єм азоту:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot \frac{N^p}{100} = 0,79 \cdot 4,5 + 0,8 \cdot \frac{0,8}{100} = 3,56 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

Об'єм двоокису вуглецю:

$$V_{CO_2} = 1,866 \cdot \frac{C^p}{100} = 1,866 \cdot \frac{44,4}{100} = 0,828 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

Об'єм оксиду сірки:

$$V_{SO_2} = 0,7 \cdot \frac{S_{sp+k}^p}{100} = 0,7 \cdot \frac{1,4}{100} = 0,0098 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

Об'єм трьохатомних газів в продуктах згорання:

$$V_{H_2O} = 1,866 \cdot \frac{C^p + 0,375 \cdot S_{sp+k}^p}{100} = 1,866 \cdot \frac{44,4 + 0,375 \cdot 1,4}{100} = 0,83 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Теоретичний об'єм водяних парів:

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 0,0161 \cdot V^0 =$$

$$= 0,111 \cdot 3,2 + 0,0124 \cdot 25 + 0,0161 \cdot 4,5 = 0,73 \left[\frac{M^3}{KG} \right]$$

Дійсний об'єм водяних парів:

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha_{внх} - 1) \cdot V^0 =$$

$$= 0,73 + 0,0161 \cdot (1,43 - 1) \cdot 4,5 = 0,77 \left[\frac{M^3}{KG} \right]$$

Об'єм сухих газів:

$$V_g = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 = 0,84 + 3,56 = 4,4 \left[\frac{M^3}{KG} \right]$$

Повний об'єм продуктів згорання:

$$V_g = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + (\alpha_{внх} - 1) \cdot V^0 =$$

$$= 0,84 + 3,56 + 0,77 + (1,43 - 1) \cdot 4,5 = 7,11 \left[\frac{M^3}{KG} \right]$$

7.2 Сіркоувловлюючі системи

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для початку задамося типом сіркоуловлення. У моєму випадку це напівсухий метод десульфації димових газів з додаванням вапна в якості сорбенту. Розглянемо характеристики такого сіркоуловлювача.

Таблиця 7.2 – десульфація димових газів у мокрому скрубєрі вапняком.

Технологія	Ефективність уловлення SO ₂ ,%	Основні характеристики	
		Параметри	Значення
Суше введення сорбенту у топку	90...95	Робоча температура	800...900
		Сорбент	Вапняк
		Надійність	99.9
		Падіння ККД котла	2%
		Енергоспоживання % ел. Потужності	0.01-0.5
		Продукт	Суміш солей кальцію та золи

7.3 Розрахунок концентрації та викидів сірки в димових газах.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблица 7.3 – розрахунок масових викидів сірки та її концентрації.

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункова формула	Результат
Вміст азоту в паливі	N_p	%	$\frac{10 \cdot N_p}{37,5} = \frac{10 \cdot 0,5}{37,5}$	0,1333
Тип пальника	-	-	Опис котла	Прямоточні
Коефіцієнт надлишку повітря в пальнику	α_r	-	Експлуатаційні дані	1,01
Доля первинного повітря	α_1	-	Експлуатаційні дані	0,3
Температура за зоною активного горіння	T_{AG}	К		1900
Відношення швидкостей в вихідному перерізі пальників	W_1/W_2	-	Експлуатаційні дані	1,48
Степінь рециркуляції димових газів через пальники	Γ_r	-	Експлуатаційні дані	0
Присоси в топці і третинне дуття	$\Delta\sigma_T$	-	Експлуатаційні дані	0,02

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Коефіцієнт надлишку повітря в зоні активного горіння	α_{AG}''	-	$\alpha_r + \frac{1}{2} \cdot \Delta\alpha_r = 1,01 + \frac{1}{2} \cdot 0,02$	1,02
Вплив долі первинного повітря	β_{α_1}	-	$1,73 \cdot \alpha_1 + 0,48 = 1,73 \cdot 0,3 + 0,48$	0,999
Вплив коефіцієнта надлишку повітря в пальнику	β_{α_2}	-	$(0,53 \cdot \alpha_r + 0,12)^2 = (0,53 \cdot 1,02 + 0,12)^2$	0,43
Вплив рециркуляції газів через пальники	β_{r_1}	-	$1 - 0,016 \cdot \sqrt{r_1} = 1 - 0,016 \cdot \sqrt{0}$	1
Вплив температури на утворення паливних NO _x	β_{θ}	-	$0,11 \cdot \sqrt[3]{T_{\text{AG}}'' - 1100} = 0,11 \cdot \sqrt[3]{19}$	1,02
Вплив сумішоутворення в корені факела	$\beta_{\text{см}}$	-	$0,4 \cdot \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 + 0,32 = 0,4 \cdot 1,48^2 + 0,32$	1,96
Паливні оксиди азоту Повітряні	$K_{\text{NO}_x}^{\text{ТПЛ}}$	$\frac{\text{г}}{\text{МДж}}$	$0,7 \cdot N_r \cdot \beta_{\alpha_1} \cdot \beta_{\alpha_2} \cdot \beta_{r_1} \cdot \beta_{\theta} \cdot \beta_{\text{см}} =$	0,049
оксиди азоту	$K_{\text{NO}_x}^{\text{ВЗД}}$	$\frac{\text{г}}{\text{МДж}}$	$1,54 \cdot 10^{16} \cdot \sqrt{\alpha_{\text{AG}}'' - 1} \cdot e^{-\frac{67000}{T_{\text{AG}}''}} =$	0,024
Сумарне значення оксидів азоту	K_{NO_x}	$\frac{\text{г}}{\text{МДж}}$	$K_{\text{NO}_x}^{\text{ТПЛ}} + K_{\text{NO}_x}^{\text{ВЗД}} =$ $= 0,049 + 0,024$	0,073
				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Об'єм сухих газів при $\alpha=1,17$	V_{CF}	$\frac{m^3}{кг}$	$V_r^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0 = 10,75 + (1,1$	11,38
Концентрація оксидів азоту в димових газах при нормальних умовах і $\alpha=1,17$ без урахування «підсвучування»	C_{NO_x}	$\frac{г}{m^3}$	$\frac{K_{NO_x} \cdot Q_{II}^p}{V_{CF}} = \frac{0,073 \cdot 37,5}{11,38}$	0,24
Спосіб зменшення NO_x	β	%	Селективне каталітичне відновлення (СКВ)	85
Маса викиду NO_x	M_{NO_x}	$\frac{г}{с}$	$M \cdot K_{NO_x} \cdot Q_{II}^p \cdot (1 - \beta) = 0,894 \cdot 0,073 \cdot 37,5 \cdot (1 - 0,85)$	0,369

ВИСНОВОК

Оксиди сірки (SO_2 і в менших кількостях SO_3) це одні з найбільших і важко піддаються очищенню забруднювачів атмосферного повітря, а кислоти (H_2SO_3 і H_2SO_4), що утворюються при їх з'єднанні з водяними парами, викликають руйнування металевих конструкцій і будівельних матеріалів.

Найбільший інтерес нині становить використання технологій десульфуризації пилогазоповітряних потоків, здатних забезпечити ефективне (>90%) зв'язування діоксидів сірки. Актуальність зниження викидів SO_2 визначається як розширенням генерації електроенергії з використанням пилувугільних палив, так і збільшенням частки вугілля в балансі підприємств металургійної галузі промисловості.

Однією з найефективніших методів є напіvsухий метод сіроочищення.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Істотними перевагами даного методу пилесіроочищення є:

- низькі капітальні витрати та простий монтаж;
- легке обслуговування та ремонт у разі потреби;
- відсутність стічних вод;
- Висока надійність;
- Можливість реалізації автоматичного управління процесами;
- низьке електроспоживання;
- кінцевий продукт: суміш солей кальцію та пилу агломерату або зноскої золи котлоагрегатів.

Впровадження екологічно чистих технологій переробки залізняку вимагає вирішення важливих проблем: утилізації пилових відходів агломераційного пилу з метою його використання у виробничому циклі для обмеження шкідливих викидів в атмосферу.

Саме тому я вважаю найдоцільнішим використати саме цей спосіб для очистки димових газів.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Совпадения

Источники из Интернета 19

2	http://ni.biz.ua/5/5_8/5_8953_ochistka-dimovih-gazov-ot-sernistih-veshchestv.html	2.83%
5	http://ni.biz.ua/5/5_8/5_8955_zhidkoe-toplivo.html	0.59%
10	https://ukrbukva.net/page,9,85703-Issledovanie-metodov-i-apparatov-dlya-ochistki-vybrosov-TE5-v-atmosferu.html	0.26%
11	http://window.edu.ru/resource/064/48064/files/novsu099.pdf	6 источников 0.26%
13	https://eprints.kname.edu.ua/5763/3/Ustanovki.pdf	0.21%
15	http://ni.biz.ua/5/5_16/5_16598_metodi-himicheskoy-ochistki-gazov-ot-oksidov-azota.html	0.19%
16	http://energetika.in.ua/ua/books/97-entsiklopediya/elektroenergetika-ta-okhorona-navkolishnogo-seredovishcha-f	7 источников 0.19%
17	http://ni.biz.ua/5/5_16/5_16593_metodi-ochistki-dimovih-gazov-ot-oksidov-seri.html	0.19%

Источники из Библиотеки 92

1	Студенческая работа	ID файла: 3440412	Учебное заведение: Lviv Polytechnic National University	2 источник	3.05%
3	Студенческая работа	ID файла: 1070729	Учебное заведение: Lviv Polytechnic National University	2 источник	1.12%
4	Навчальний посібник Захист навк серед	ID файла: 1007705651	Учебное заведение: National Technical Uni...		1.05%
6	Студенческая работа	ID файла: 2054126	Учебное заведение: Lviv Polytechnic National University		0.55%
7	Студенческая работа	ID файла: 1005738614	Учебное заведение: Lviv Polytechnic National University	10 источник	0.48%
8	TK81mp-StepanskiIV-diploma-2019-1	ID файла: 1000749482	Учебное заведение: National Technical Uni	4 источник	0.38%
9	Студенческая работа	ID файла: 3649934	Учебное заведение: Lviv Polytechnic National University	5 источник	0.36%
12	Radetska	ID файла: 12022025	Учебное заведение: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polyt	11 источник	0.26%
14	Студенческая работа	ID файла: 6000562	Учебное заведение: Lviv Polytechnic National University	4 источник	0.21%
18	Студенческая работа	ID файла: 1830943	Учебное заведение: National University of Life and Environ	21 источник	0.19%
19	Студенческая работа	ID файла: 1004110952	Учебное заведение: Poltava National Technical Yuri Ko	20 источник	0.19%
20	Студенческая работа	ID файла: 2027239	Учебное заведение: National University of Life and Environ	10 источник	0.19%

21 Студенческая работа ID файла: 4214869 Учебное заведение: National University of Water Management and ... 0.19%