

Вирішення проблеми використання не проектного палива на ТЕЦ

Євген Вакулєнко, студент¹ (ORCID: 0000-0005-45765-3790)

¹ Київський національний університет будівництва та архітектури, проспект Повітряних сил 31, Київ, Україна, 03037

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена дослідженню можливості покращення спалювання непроектного низько-реакційного вугілля на українських ТЕЦ та ТЕС. Через окупацію донецько-вугільного басейну українські вугільні ТЕЦ та ТЕС почали переходити на спалювання доступного, не проектного твердого палива. Не проектне паливо є досить низько-реакційним тому виникла необхідність пошуку можливості покращення його Фізичних та екологічних показників. Одним з таких методів є збільшення концентрації кисню в дуттьовому повітрі, який і був розглянутий.

Ключові слова: тверде паливо, дуттьове повітря, збагачене киснем, газове вугілля, антрацит, буре вугілля, ступінь вигорання вугілля

1. ВСТУП

Довгий час українські вугільні ТЕЦ та ТЕС працюють на не проектному, низькокалорійному та низько реакційному паливі. При цьому в основному в якості не проектного угілля використовується низькосортне газове вугілля марки «Г» та буре вугілля барки «Б», за своїми характеристиками вони різко відрізняються від своїх проектних марок вугілля. Через знижену теплотворну здатність збільшується питома витрата, збільшується шкідливі газоподібні викиди, а також кількість золи та шлаку, крім того, виникають технічні проблеми в процесі експлуатації парогенератора – занос золи золотими відкладами в економайзері та повітотопідрігачів, а також шлакування пароперегрівачів та ширм. Спеціалісти розробляють різні методи боротьби з цими проблемами, однак вони або надто складні або не вирішують проблему повністю [1].

Однак поки що не використовується метод збагачення киснем дуттьового повітря, попередні дослідження показали потенційну ефективність цього методу для підвищення енергоефективності парогенераторів, які працюють на вугіллі [2]. Для оцінки потенціалу пропонуємого методу було проведено розрахунки згідно [3] парогенератора при використанні трьох марок вугілля, з яких одна марка проектна та дві не проектні

Для розрахунку були взято парогенератор ТП-170 який розрахований для роботи на антрациті. Для порівняння було взято марки вугілля, що використовуються на сьогоднішній день, а саме: вугілля марки «Г» - газове та «Б» - буре.

2. СУТЬ ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ

Для вирішення проблеми спалювання низько реакційного вугілля було обрано раніше запропонований та розрахований метод збагачення киснем дуттьового повітря.

Суть методу полягає в збільшенні концентрації кисню у дуттьовому повітрі для швидшої реакції окиснення вуглецю. Даний спосіб інтенсифікації горіння не новий, раніше він використовувався в металургії, але був за дорогий для використання його в енергетиці. Раніше був відомий всього один спосіб отримання збагаченого кисню, а саме криогенний. Завдяки криогенному способу отримання збагаченого кисню можна отримати кисень чистотою

99.99%. Сьогодні з'явилися новіші та простіші газороздільні установки, які також мають високий рівень очистки, але їх собівартість дешевша. Перший спосіб це - адсорбційний, Фізична адсорбція зумовлена ван-дер-ваальсовими, або електростатичними, силами притягання частинок адсорбованої речовини до частинок адсорбенту. [4]. Цей спосіб дає можливість отримувати кисень з чистотою 95%, але установка для отримання необхідного об'єму кисню є досить громіздкою і може не поміститись для розташування її на підприємстві.

Третім способом є мембранне розділення, технологія заснована на відділенні молекул азоту зі стиснутого повітря, що проходить через поліволоконні мембрани. Атмосферне повітря стискається в компресорному модулі, після чого проходить очистку і осушку в модулі підготовки повітря і надходить в мембранний модуль газорозділення, в якому відбувається розділення повітря на пермеат (повітря з підвищеним вмістом кисню) і газоподібний азот. Мембранний модуль являє собою набір картриджів, всередині яких знаходяться мембрани, виготовлені з перфорованого полімерного волокна. Газовий потік під тиском подається в пучок мембранних волокон. Через різницю парціальних тисків на зовнішній та внутрішній поверхнях мембрани відбувається розподіл газового потоку [4]. Ці установки не займають багато місця адже можуть виконуватись та монтуватись у морських контейнерах, тому вони є більш зручними у монтуванні на території існуючих підприємств

3. ОСНОВНІ ЗМІНИ ПРОЦЕСА ГОРІННЯ ПАЛИВА В КОТЛІ

Після проведення розрахунків та аналізу отриманих даних можна виділити основні помітні зміни для всіх прийнятих до розрахунку видів вугілля.

Першою відмінністю для кожного палива було зменшення необхідного об'єму дуттьового повітря при збільшенні концентрації кисню у дуттьовому Рис.1, 2.

Причиною його зменшення - це збільшення молекул кисню у топці парогенератора, які є головною частиною реакції окиснення вуглецю, та зменшення баластної частки азоту яка не вступає в реакцію та забирає на себе корисне тепло що виділяється в топці парового котла

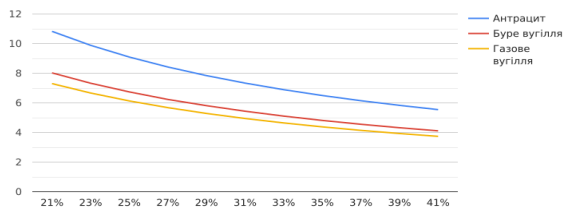


Рисунок 1. Об'єм необхідного повітря для спалювання вугілля при різних концентраціях кисню у дуттьовому повітрі, м³/кг

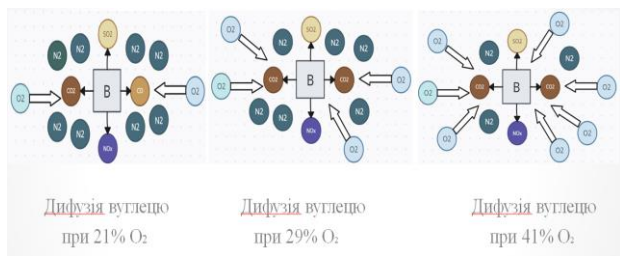


Рисунок 2. Схема дифузії вуглецю при різних

Другою помітною зміною є зменшення об'єму продуктів горіння. Це обумовлено зменшенням об'єму азоту у дуттьовому повітрі, а також загалом зменшенням об'єму необхідного повітря для спалювання 1 кг палива Рис.3.

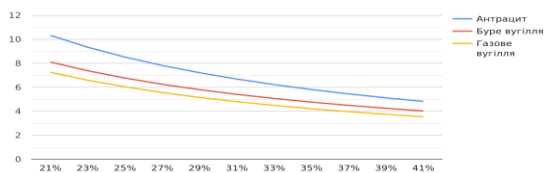


Рисунок 3. Об'єм продуктів горіння при різних концентраціях кисню у дуттьовому повітрі, м³/кг [1]

Разом з цими показниками важко не помітити такий важливий показник як температура горіння в топці парогенератора. Звісно всі види вугілля містять різний відсоток вуглецю у своєму складі, що прямо впливає на кількість виділеного тепла. Але навіть вугілля з низькою початковою температурою показує позитивну динаміку Рис.3.

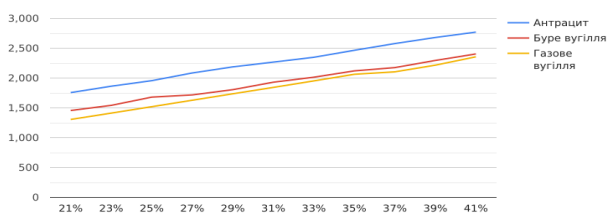


Рисунок 4. Динаміка зміни температури горіння при різних концентраціях кисню у дуттьовому повітрі, °C

Збільшення температури горіння відбувається за рахунок пришвидшення дифузії кисню до поверхні вуглецю, завдяки збільшенню концентрації кисню у топці Рис.2. Також на збільшення ступеню вигорання вугільного пилу впливає час його перебування у топці. Через зменшення загального об'єму дуттьового повітря зменшиться загальна швидкість газів у газовому тракті котлоагрегат, що допоможе більш якісно спалювати більші часточки вугілля.

Ці фактори напряму впливають на загальну витрату палива Рис.5.

Зменшення витрати палива є також наслідком збільшення ступеню вигорання більших часток палива та збільшення часу перебування вугілля в топці.

Разом ці фактори впливають на збільшення корисного спалювання палива і, як наслідок, зменшення питомої витрати палива для отримання температури, необхідної для отримання пари.

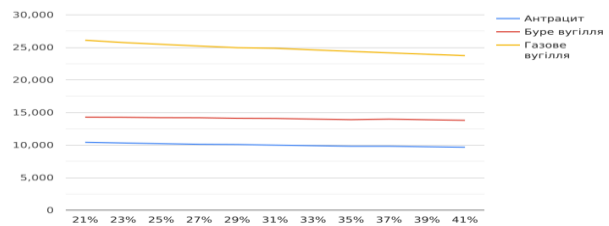


Рисунок 5. Питома витрата палива при різних концентраціях кисню у дуттьовому повітрі, кг/год

4. ВИСНОВОК

Провівши розрахунок та проаналізувавши їх результати можна стверджувати, що даний спосіб інтенсифікації горіння вугілля є універсальним і підходить для будь якого палива. Оскільки даний метод є універсальним для інтенсифікації процесу горіння, то варіюючи відсоток кисню у дуттьовому повітрі можна оптимізувати процес спалювання непроектного вугілля при його використанні замість проектного не змінюючи конструкції елементів парогенератора.

Список літератури

[1] Вакулєнко Є. С., Гламаздін П. М. Методи підвищення екологічних характеристик вугільних тец та тес. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction»*. 2024. С. 52–57.

[2] Дяченко А., Гламаздін П. Збагачення киснем дуттьового повітря для підвищення енергоефективності енергетичних парогенераторів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського*. 2021. Т. 32. № 4. С. 178–185.

[3] Кулик М., Кравець Т., Семерак М. Аналіз наявних технологій розділення повітря для підвищення ефективності спалювання палива в енергетиці. *Науково-практичного журналу «Екологічні науки»*. 2019. № 2. С. 59–64.

ⁱ Робота виконана під керівництвом доц. Павла Гламаздіна