

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОТЛІВ, ЩО СПАЛЮЮТЬ АШ ПРИ ВИСОКОКОНЦЕНТРОВАНІЙ ПИЛОПОДАЧІ НА ПАЛЬНИКИ

Передбачене «Енергетичною стратегією України на період до 2030 року» приспання ОБС України до Європейської енергетичної системи потребує вирішення проблеми різкого зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферу пилувугільними ТЕС України відповідно до вимог Європейського Союзу (табл.1, 2).

Таблиця 1

Нормативи викидів ТЕС на твердому паливі, прийняті в ЄС

Характеристика		ГКВ для потужних спалюючих установок за Директивою 2001/80/ЄС, мг/им ³	
		Номінальна теплова потужність установки, МВт	
		100...500	Понад 500
SO _x	Існуючі та нові установки	2000 ... 400 (до 27.11.03)	400 (до 27.11.03)
	Нові установки	200 (після 27.11.03)	200 (після 27.11.03)
NO _x	Існуючі та нові установки	600 (до 27.11.03)	500 (до 01.01.2016) 200 (з 01.01.2016)
	Нові установки	200 (після 27.11.03)	200 (після 27.11.03)
Тверді частинки	Існуючі та нові установки	100 (до 27.11.03)	50 (до 27.11.03)
	Нові установки	30 (після 27.11.03)	30 (після 27.11.03)

Таблиця 2

Вміст забруднюючих речовин у димових газах ТЕС України

Речовина		Концентрація, мг/м ³
Тверді частинки	електрофільтри (L≥12/L<12 м)	600 ... 1500 / 250 ... 100
	мокрі скрубери Вентурі	1100...1600
Діоксид сірки		3000...7000
Оксид азоту		700...1800

Відомі методи зниження викидів NO_x можна поділити на ті, що застосовуються під час спалювання вугілля (режимно-технологічні, табл.3) та ті, що застосовуються на стадії охолодження продуктів спалювання (наприклад, DENOX).

Наведені методи (крім №№ 1 та 6) мають недоліки, пов'язані зі зниженням ККД котлів, складнощами в регулюванні технологічними процесами та ін.

Технологію пилоподачі з високою концентрацією під тиском (ПВКт) як метод зниження викидів NO_x досліджував НТУУ "КПІ" на котлах ТПП-210А Трипільської ТЕС (вугілля марки АШ) [1]. Виродовж експлуатації котлів з ПВКт (з 1985 р.) технологія зарекомендувала себе як надійна система пилоподачі з покращенням екологічних показників.

Використання системи ПВКт призводить до зниження:

- витрат на експлуатацію і ремонт;
- металосмістості (заміна трубопроводів Ду500 на Ду80);
- флуктуацій в пилоподачі і O₂ в димових газах котла;
- підвищення довговічності пилопроводів;

- витрат q_2 - на 0,2%, q_4 - на (0,4...1)% (АШ та шлами при розрахунковій температурі гарячого повітря);
- викидів NO_x в димових газах - на (20...21,4)% за рахунок: $\alpha_r < 1$; більш раннього запалення пилу підвищеної концентрації; поступового змішування запаленої аеросуміші з вторинним повітрям;
- витрат електроенергії на власні потреби (демонтовано 96 електродвигунів постійного струму по 2,4 кВт; зниження потужності, що споживається приводами ВГД, за рахунок зменшення витрати первинного повітря на 30 %).
- збільшення ККД котла на (1...0,3)% в умовах експлуатації при нормативній температурі гарячого повітря;
- можливість організації перекачки пилу з одного бункера в інший під час зупинок та ремонтів.

Таблиця 3

Ефективність застосування режимно-технологічних методів зниження NO_x

№	Метод зниження NO_x	Зниження NO_x , що утворюються при спалюванні, %	Примітка
1	Зниження загального надлишку повітря	10...15	Обмежується ростом q_4 (корозія НРЧ)
2	Відключення частини палиників	15...20	Обмежується необхідним навантаженням
3	Малотоксичні палиники	30...50	На АШ і пісних вугіллях перевірено недостатньо
4	Рециркуляція димових газів	15...20	Для високореакційного вугілля
5	Треступінчасте спалювання	40...60	60 - при використанні як відновлювача природного газу
6	Подача пилу високої концентрації	20...21	Є досвід застосування для низькорекційних вугілля
7	Сполучення вище перерахованих методів	50...70	Досвід недостатній

Механізм зниження викидів NO_x в котлі з системою ПВКт складається з наступного:

1. Перед подачею в палиники аеросуміш від аероживильників змішується з первинним повітрям в ежекторах-змішувачах на відстані (1,5...2) м від палиника, що призводить до активації частинок вугільного пилу внаслідок розтріскування їх поверхні за рахунок «термошоку».
2. На початковій стадії горіння висококонцентрований потік палива має високий ступінь чорноти, що забезпечує раннє запалювання частинок з недостатнім надлишком повітря (витрата первинного повітря знижена на 30%; $\alpha_r < 1$). Останнє призводить до часткової газифікації палива, створення відновлювального середовища і, як наслідок, зниження утворення NO_x .
3. Вторинне повітря забезпечує необхідною кількістю окислювача на другій стадії горіння – принцип стадійної подачі повітря (рис.1). Температура в ядрі факела дещо знижується за рахунок зниження витрати первинного і збільшення вторинного повітря ($G_{\Sigma \text{ повітря}} = \text{const}$) при незмінному теплонапруженні в топці.

НТУУ «КПІ» та Інститутом газу НАНУ були проведені порівняльні дослідження впливу ПВКт на екологічні показники котлів ТПП-210А (рис.2) порівняно з традиційною системою пиліподачі. Встановлено, що викиди NO_x на котлах з ПВКт в діапазоні навантажень енергоблоку 300...225 МВт менші, ніж на котлі з традиційною системою пиліподачі. Зменшення викидів NO_x котлом з ПВКт на (20...21,4) % досягнуто без порушення технології виробництва пари і збільшення викидів оксидів вуглецю [1]. Експериментальні дані НТУУ «КПІ» та Інституту газу НАНУ підтверджені дослідженнями ЦКТИ [2]. На рис.3 наведена узагальнююча залежність концентрації NO_x від недопалу при різних способах шлаковилучення котлів ТП-87. Дослідження ЦКТИ показали, що перехід з традиційної системи пиліподачі на ПВК дозволяє знизити NO_x при всіх способах шлаковилучення: при твердому – на 50 мг/м^3 , при рідкому – на 150 мг/м^3 . Зниження NO_x , як і в дослідженнях НТУУ «КПІ» на котлах ТПП-210А з вихровими палиниками, складало ~20%. Крім того, встановлено, що зниження NO_x до 600 мг/м^3 призводить до збільшення q_4 (до

2...3%). Ці дані підтвердили експлуатаційні вимірювання на Кемеровській ГРЕС (Росія): збільшення q_4 на (1...3)% знижує утворення NO_x на 400...500 mg/m^3 . Крім того, в Японії на котлі зі ступінчатим спалюванням високореакційного кам'яного вугілля підвищення q_4 на 1% дало зниження концентрації NO_x на 200...300 mg/m^3 [3]. Таким чином, експериментальні дослідження на котлах різного типу показують, що параметрами, які визначають зниження NO_x , є не тільки хімічний недопал (q_3), але й механічний (q_4).

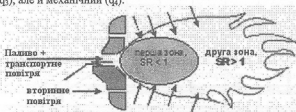


Рис.1. Принцип стадійної подачі повітря

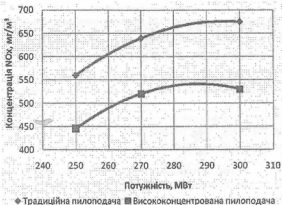


Рис.2. Порівняння викидів NO_x котлами з різною технологією пилоподачі

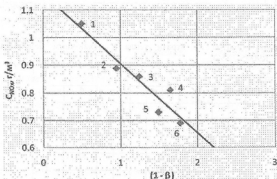


Рис.3. Розрахункова залежність концентрації оксидів азоту від недопалу в котлі ТП-87 і його варіантів ($D=420$ т/г, $\alpha=1,25$, кузнецьке вугілля марки СС, $Q_{\text{нр}}=6262$ ккал/кг, $N_{\text{р}}=1,88\%$) [2]:

- 1 - р.ш.в., аеросуміш; 2 - р.ш.в., ПВК; 3 - т.ш.в., аеросуміш; 4 - т.ш.в., ПВК;
5 - ступінчасте спалювання (т.ш.в.), аеросуміш; 6 - ступінчасте спалювання (т.ш.в.), ПВК

Зміна надлишку повітря на котлах з ПВКт є простим режимно-технологічним методом впливу на утворення NO_x (рис.4) і механічного недопалу (рис.5). З рисунків (дані вимірів ЛьвівОРГРЕС на ТпТЕС) видно, що криві мають екстремальний характер, причому максимум вмісту NO_x в димових газах відповідає надлишку повітря, при якому відбувається найповніше вигорання палива.

Тому рекомендації НТУУ «КП» [1] щодо можливості зміни первинного ($\alpha_r = 1,15...1,3$) та

транспортуючого (в діапазоні 40...70 кг/год) повітря (рис.6) в процесі експлуатації котлів, з метою впливу на топковий режим, є реальними і можуть бути рекомендовані для використання.

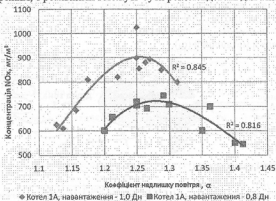


Рис.4. Вплив надлишку повітря на утворення оксидів азоту в котлах ТпТЕС

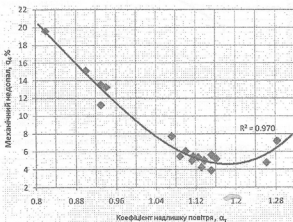


Рис.5. Вплив надлишку повітря на втрати тепла з механічним недопалом в котлах ТпТЕС ($V_f=4,3...7,2\%$, $R_{90}=5...8\%$)

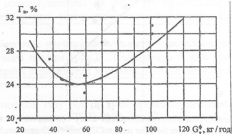


Рис.6. Вплив транспортуючого повітря на вміст горючих в золі виносу (блок №2 ТпТЕС; виміри НТУУ «КПІ», ЛьвівОРГРЕС)

Висновки

1. Технологія ПВКт є прогресивною, гнучкою, малозатратною та здатною до автоматизації в системах пиллоподачі пилувугільних котлів та котельнях.
2. Для забезпечення нормативних екологічних показників котла запропоновано: зміна витрат первинного повітря в діапазоні тиску за ВГД (150...200) кг/м² та транспортуючого повітря в діапазоні (40...70) кг/год (без втрат надійності пиллоподачі).

3. Показники горючих в золі-виносу та викиди NO_x взаємозалежні і пов'язані з коефіцієнтами надлишку повітря в пальниках та топці, які слід підтримувати на рівні 1,15...1,3.

Література

1. Кесова Л.А., Довготелес Г.А., Котельников Н.И. и др. Разработка, исследование, внедрение и опыт эксплуатации системы высококонцентрированной пылеподачи (под давлением) котлов ТПП-210А Трипольской ТЭС // Общ.-во «Знание Украины», 2001. – 94 с.
 2. Шатиль А.А. Топочные процессы и устройства. – С.-Петербург: АООТ «НПО ЦКТИ» 1997. – 185 с.
 3. Миямае Ш и др. Технология сжигания угольной пыли с низким выходом NO_x для мощной электростанции. Доклад на международном симпозиуме по горению угля. Пекин, 1987, С.863-870.
-
-
-