

*Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут проблем природокористування та екології НАН України
Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України
Департамент будівництва, містобудування і архітектури та
Житлово-комунального господарства Полтавської ОДА
Департамент екології та природних ресурсів Полтавської ОДА
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»
ПРАТ "Природні ресурси"
Департамент дослідження свердловин та розробки родовищ
ДП "Укрнаукагеоцентр"
Київський національний університет будівництва та архітектури
Одеський державний екологічний університет
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Вінницький національний технічний університет
Запорізький національний університет
Національний університет кораблебудування
імені Адмірала Макарова
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського
Національний університет «Львівська політехніка»
Екологічна рада Полтавщини*

**I Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю
«Екологія. Довкілля. Енергозбереження»
присвячена 90-річчю Національного університету
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**



Полтава 2020

А.Г. Колієнко, к.т.н., професор, Ю.С. Голік, к.т.н., професор, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна, П.М. Карась, генеральний директор Черкаситеплоенерго, м. Черкаси, Україна

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПАЛИВОСПАЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Виконання режимно налагоджувальних робіт на паливоспалювальному агрегаті має на меті встановлення такого режиму роботи обладнання, при якому величина ефективності використання палива є максимальною. Кількісним показником досягнення такого режиму є величина термічного коефіцієнту корисної дії (ККД) обладнання – вона повинна мати максимально можливе значення.

Основними факторами впливу на величину ККД паливоспалювального обладнання є величини тиску повітря і газоподібного палива, витрати палива, розрідження або тиск за агрегатом, конструкція топко-пальникового пристрою, температура робочого тіла, фактична теплова потужність установки і інше. Фіксація цих факторів впливу у режимній карті обладнання дає можливість закріпити оптимальні термодинамічні параметри роботи обладнання у ході його подальшої експлуатації.

Але паливоспалювальне обладнання є потужним джерелом утворення і викидів у атмосферу широкого спектру забруднюючих речовин: дисперсної фази, оксидів азоту, оксидів сірки, монооксиду вуглецю та ін. З цієї причини встановлення оптимального режиму роботи установок по спалюванню палива повинно виконуватись не лише на основі теплотехнічних критеріїв, а й екологічних. Тим більше, що, як показують результати експериментальних досліджень такого обладнання, факторами впливу на токсичність викидів у атмосферу для такого обладнання є ті ж режимні фактори, що і величина термічного ККД, а саме: тиск повітря і газу, витрати палива і т. д.[1].

Наразі фіксація показників екологічної небезпеки у режимній карті паливоспалювального обладнання виконується, але це не означає, що вибір режиму роботи установки виконується з урахуванням екологічних факторів. Відбувається проста фіксація екологічних характеристик викидів, які мають місце за умови роботи обладнання з максимально можливим ККД.

Але природа речей є такою, що оптимальний режим роботи установки з максимальним термічним ККД ніколи не співпадає з оптимальним екологічним режимом роботи. Тобто з таким, за якого викиди шкідливих інгредієнтів в атмосферу при спалюванні палива матимуть мінімальну величину. Цей факт підтверджений значною кількістю експериментальних

досліджень і ще раз підтверджує те, що у природних процесах локальний і глобальний оптимум рідко співпадають[1].

Таким чином, рекомендований оптимальний режим роботи обладнання з теплотехнічних міркувань нерідко призводить до роботи обладнання з максимально можливим рівнем викидів в атмосферу забруднюючих інгредієнтів.

У роботі зроблено спробу отримати комплексний еколого-теплотехнічний показник роботи паливоспалювального обладнання, за яким стає можливим вибір оптимального режиму роботи установки з урахуванням як теплотехнічних, так і екологічних критеріїв.

До показників екологічної небезпеки викидів в атмосферу при спалюванні палива відносяться:

- концентрація забруднюючих речовин у продуктах згорання, C_i мг/м³;
- масові секундні викиди забруднюючих речовин, M_{ci} , г/с;
- валові викиди забруднюючих речовин, M_i . т/ рік.

Особливістю паливоспалювального обладнання є те, що на відміну від більшості інших технологічних пристроїв – джерел утворення викидів в атмосферу, усі вищеназвані показники безперервно змінюються при зміні режимних факторів роботи установки. Змінюється також і величина витрат продуктів згорання. Ще однією особливістю паливоспалювального обладнання, що при зміні режимних факторів зменшення викидів одних забруднюючих речовин супроводжується збільшенням інших речовин. Ускладнює ситуацію також і те, що однакове обладнання може мати характеристики викидів, які суттєво відрізняються одні від інших – на рівень викидів впливає теплове навантаження і стан обладнання.

Це приводить до того, що у ході інвентаризації викидів, контролю за рівнем викидів і виконанні режимно налагоджувальних робіт на паливоспалювальному обладнанні обов'язковим є фіксація режиму роботи і величини теплового навантаження обладнання.

Найбільший інтерес при виборі такого комплексного показника еколого-теплотехнічної оптимальності роботи обладнання має вибір кількісного критерія, або функції, яку можна було оптимізувати у ході виконання режимно-налагоджувальних робіт.

У роботі пропонується використати для цього цільову функцію вартості, яка включала б вартість вироблення в установці одиниці теплоти і вартість викидів усіх забруднюючих речовин в атмосферу з продуктами згорання від установки. Для зручності використання такої функції її пропонується ввести у вигляді питомого показника вартості у перерахунку на одиницю виробленої теплоти. Розмірністю такої величини буде грн/Гкал, або грн/кВт· год.

Ключовими параметрами (факторами), що будуть впливати на величину такої функції є наступні:

- концентрація забруднюючих речовин у продуктах згорання, C_i мг/м³, визначається на основі експериментальних вимірювань залежно від режимних факторів установки;
- коефіцієнт надлишку повітря у продуктах згорання у точці відбору для визначення концентрації забруднюючих інгредієнтів, α – визначається експериментально при обстеженні агрегату за фіксованих режимів його роботи, залежно від режимних факторів;
- термічний коефіцієнт корисної дії роботи агрегату, η – визначається експериментально, залежно від режимних факторів.

Вихідним рівнянням для формування функції оптимізації є залежність:

$$F = A = \sum_{i=1}^n A_i + A_Q, \text{ грн / Гкал} \quad (1)$$

де $\sum_{i=1}^n A_i$ - питома оцінка вартості викидів в атмосферу усіх забруднюючих інгредієнтів у продуктах згорання, віднесена на одиниці виробленої у агрегаті теплоти, грн/Гкал;

A_Q - питома оцінка вартості палива для вироблення одиниці теплоти теплоти, грн/Гкал;

Виразимо зазначені компоненти формули через змінні режимні параметри роботи установки и отримаємо таке:

$$F = A = \sum_{i=1}^n T_i \left[\frac{C_i (1 + \alpha V_m) 10^{-3}}{Q_n^p \cdot \eta} \right] + \frac{10^6 T_z}{Q_n^p \cdot \eta}, \text{ грн / Гкал} \quad (2)$$

де V_m - теоретична потреба в повітрі для повного згорання палива, м³повітря / м³ або кг палива, визначається залежно від виду палива згідно існуючих залежностей [2];

T_i - тариф на викиди в атмосферу забруднюючих речовин (ставка екологічного податку) згідно [3], грн/т;

T_z - чинний тариф на паливо, грн

Q_n^p - питома теплота згорання палива, ккал/м³, або ккал/ кг.

Проведення обстеження паливоспалювального обладнання згідно запропонованої комплексної еколого-теплотехнічної методики режимно-налагоджувальних робіт повинно включати визначення режимних параметрів роботи установки з наступним обрахунком величини функції оптимізації (2) на кожному режимі роботи установки. Оптимальним можна вважати такий результат, коли функція (2) буде мати мінімальне значення.

Отримані при цьому режимні параметри роботи установки заносяться до режимної карти паливоспалювального обладнання і приймаються за оптимальні.

Проведення комплексних випробувань обладнання і пошук оптимальних режимів роботи може супроводжуватись побудовою графіка, який наведений на рис.1. Основним фактором впливу на функцію оптимізації є коефіцієнт надлишку повітря, α , котрий відкладено по осі абсцис такого графіка. Побудова функції оптимізації здійснюється шляхом складання по ординаті величин питомих показників оцінки вартості теплоти і вартості

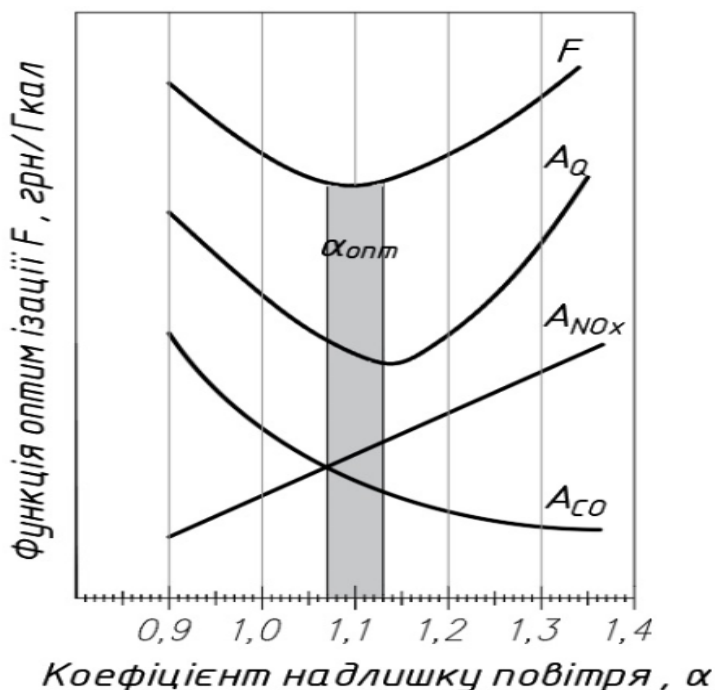


Рис.1 Графік функції оптимізації при визначенні оптимального еколого-теплотехнічного режиму роботи паливоспалювального обладнання.

викидів в атмосферу кожного із забруднюючих інгредієнтів. Оптимальне значення α_{opt} знаходиться в області мінімального значення функції оптимізації.

Збір і обробка статистичних даних величин питомої оцінки вартості викидів, отриманих у ході випробувань установок різної потужності дасть можливість легко переходити до визначення вартості викидів в атмосферу (екологічного податку) за величинами питомих показників і комерційного показника вироблення теплоти установкою або джерелом теплоти у цілому.

Запропонована методика комплексних еколого-теплотехнічних режимно-налагоджувальних робіт дає можливість реалізувати комплексний підхід до виявлення оптимальних режимів роботи паливоспалювального обладнання і гарантує роботу такого обладнання при мінімальних витратах палива і

максимально можливих ККД за умови досягнення оптимальних екологічних показників безпеки викидів з продуктами згорання в атмосферу.

Література

1. Колієнко А.Г. Підвищення ефективності використання природного газу / А.Г. Колієнко // Науковий журнал «Геологія, гірництво, нафтогазова справа. Науковий журнал. - Полтава: Полт НТУ, 2012. -Ч.1. - с.118-125.

2. Стаскевич Н.Л. Справочник по газоснабженню и использованию газа.- Л.:Недра,1990.-780с.

3.Податковий кодекс України. У редакції 07.11.2020.