

М.А. Мартиняк, О-Р.В. Мартиняк  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра прикладної екології та збалансованого природокористування

## РОЗРАХУНОК ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІД ЧАС РЕЖИМНО-НАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ НА МОДУЛЯХ НАГРІВАННЯ МН-120 ТА МН-120ЕКО

*О Мартиняк М.А., Мартиняк О-Р.В., 2013*

Проведені порівняльні дослідження викидів шкідливих речовин під час режимно-налагоджувальних робіт на модулях нагрівання МН-120 та МН-120Еко. Наведено методику проведення досліджень та розраховано концентрації оксидів карбону CO та нітрогену NO<sub>x</sub> у викидах.

**Ключові слова:** модуль нагрівання, оксид нітрогену, оксид карбону.

The comparative researches of emissions of harmful substances during the regime-up work on the modules heating MN-120 and MN-120Eko are done. The methods of conducting the researches are presented and the concentrations of carbon oxide CO and nitrogen NO<sub>x</sub> in emissions are calculated.

**Key words:** heat module, oxide nitrogen, carbon oxide.

**Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими завданнями.** Ефективне енергоспоживання підприємствами та населенням зменшить загальне використання енергоресурсів, що приведе до зменшення забруднення довкілля, зокрема, до скорочення викидів в атмосферу антропогенних газів, які виникають у промислових процесах виробництва енергоносіїв. Покращенню екології сприятимуть впровадження енергоефективних технологій, устаткування, обладнання, побутових енергетичних пристроїв, використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії, альтернативних видів палива, що забезпечать економію або заміну “брудних” енергоресурсів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Останніми роками велика увага дослідників привертається енергозбереженню та боротьбі із забрудненням довкілля викидами під час виробництва енергоносіїв, зокрема, котельних установок та модульних котлів. Пропонується багато технічних рішень цієї надзвичайно важливої проблеми, модернізація енергетичних пристроїв та оптимізація їх роботи, що зменшить навантаження на довкілля та значно заощадить природні ресурси [1].

**Мета роботи** – провести екологічні дослідження роботи модулів нагрівання МН-120 і МН-120Еко з атмосферними паливками різної модифікації та розрахувати концентрацію оксидів карбону CO та нітрогену NO<sub>x</sub> у викидах.

**Методика проведення досліджень.** Перед початком проведення режимно-налагоджувальних робіт зробити кілька орієнтовних випробувань, мета яких – визначити можливі межі регулювання та умови забезпечення надійної економічної та екологічно чистої роботи модульного котла. Під час цих випробувань проводиться тарування перерізу димоходів за температурами і концентрацією O<sub>2</sub> і CO<sub>2</sub>. Перед проведенням випробувань зробити внутрішній та зовнішній огляд котлів, допоміжного обладнання і на їх основі скласти перелік недоліків РНВ. Після їхнього усунення провести балансові випробування.

Під час визначення хімічного складу димових газів використовується переносний газоаналізатор фірми TESTO та аналогічні прилади інших фірм. Відбір проб димових газів

проводиться у балансовій точці газоходу, яка знаходиться після модуля нагрівання до переривника тяги. Під час випробувань вимірюють [2]:

- температуру води на вході та виході з котла;
- концентрацію в продуктах згоряння  $O_2, CO_2, NO_x, CO$ ;
- температуру димових газів за котлом;
- тиск палива на лічильнику, перед котлом, на пальнику;
- витрати палива;
- розрідження у топці та за нагрівальним модулем;
- витрати живильної води;
- тиск води на вході та виході з котла;
- витрати води через котел.

За основу розрахунків екологічних показників роботи окремо виділеного нагрівального модуля приймаються:

- максимально можливе навантаження нагрівального модуля, за якого визначається концентрація шкідливих речовин на виході з труби та максимальний секундний викид шкідливих речовин;
- середньозважені питомі норми на 1 тис.  $m^3$  палива і річна потреба у паливі, за якого визначаються річні валові викиди забруднювальних речовин.

Для можливості виконання розрахунків перед переривником тяги проводились прямі виміри необхідних величин під час роботи нагрівальних модулів на максимально можливих і середньогодинних навантаженнях. За неможливості прямих вимірів необхідні величини визначались розрахунковим шляхом. Прямі виміри вмісту забруднювальних речовин у викидах проводились за допомогою переносного газоаналізатора фірми “TESTO”, в якому використовується електрохімічний метод визначення вмісту шкідливих речовин у викидах. Допускається як запасний (попередній або перевірковий) спосіб використовувати прилад ГХП, в якому застосовується лінійно-калометричний метод визначення вмісту шкідливих речовин за зміною забарвлення шару індикаторного порошку у трубці після проходження через нього аналізованого об'єму газу. За одиничне джерело викиду приймається димовідвідний короб, який об'єднує димовідвідні патрубки нагрівальних модулів, або димовідвідна труба, яка з'єднана з димовідвідним коробом.

Відбір проби виконується послідовним (3 рази) переміщенням зонду для відбору проб у визначені точки перерізу газоходу. Тривалість відбору у кожній точці однакова, а загальний час відбору проби становить не менше 20 хв.

**Експериментальна частина та результати досліджень.** Відповідно до ДСТУ 4059-2001 “Апарати газові одно- та двоконтурні, з примусовим обігом води. Загальні технічні умови” у нерозбавлених димових газах концентрація оксидів вуглецю, для усіх типів пальників повинна бути не більшою за  $125 \text{ мг/м}^3$ . Концентрація у нерозбавлених димових газах оксидів нітрогену частково залежить від типу газового пальника і становить: для опалювальних приладів з атмосферними пальниками –  $240 \text{ мг/м}^3$ .

Випробування проводились для досягнення оптимального режиму горіння, під яким розуміють такий режим, за якого концентрація  $NO_x$  і  $CO$  у димових газах знаходиться у межах допустимих норм та вимог екобезпеки, горіння відбувається з оптимальним коефіцієнтом надлишку повітря.

Концентрацію оксидів карбону  $CO$  та нітрогену  $NO_x$  у сухих нерозведених продуктах згоряння визначали за допомогою приладу Testo і за відповідними формулами:

$$C_{a=1} = 446,4 \cdot M \cdot V \cdot h, (\text{мг/м}^3); \quad (1)$$

$$C_{a=1} = V \cdot h \cdot k \cdot \left( 273 + \frac{t}{P} \right), (\text{мг/м}^3), \quad (2)$$

де  $M$  – молярна маса визначуваного оксиду, г/моль;  $\alpha$  – коефіцієнт надлишку повітря;  $V$  – вміст визначуваного оксиду у продуктах згоряння, ppm;  $h$  – коефіцієнт розведення продуктів згоряння;  $t$  – температура повітря, °C;  $P$  – атмосферний тиск, Па.

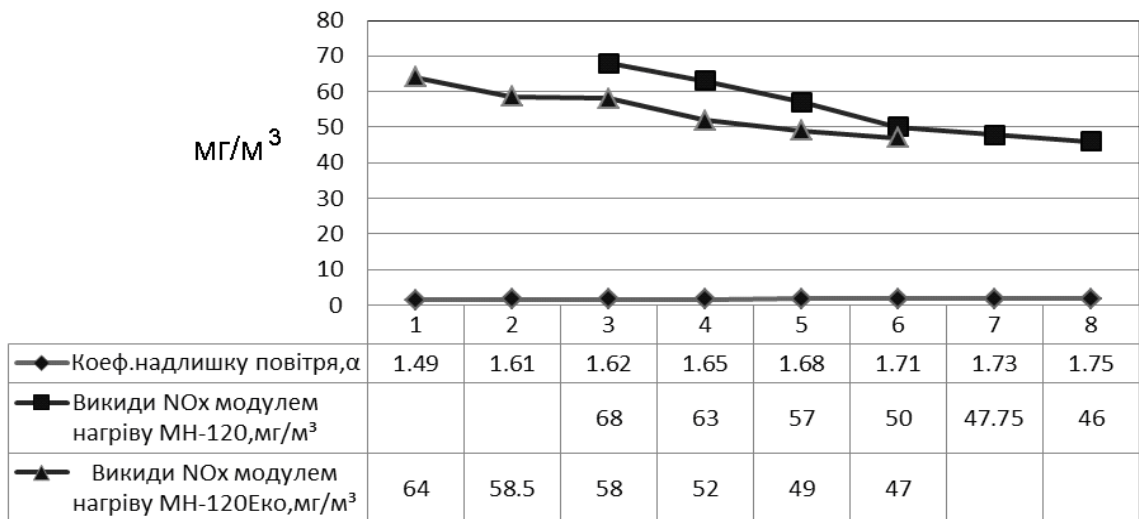


Рис. 1. Залежність концентрації CO у викидах модулів нагрівання MH-120 і MH-120Еко від коефіцієнта надлишку повітря α

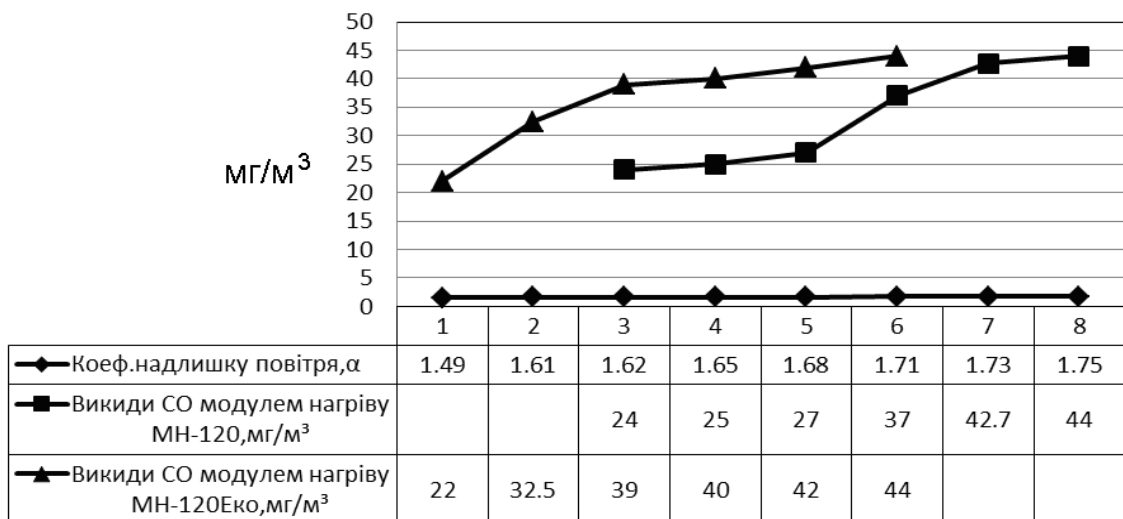


Рис. 2. Залежність концентрації NO<sub>x</sub> у викидах модулів нагрівання MH-120 і MH-120Еко від коефіцієнта надлишку повітря α

Результати роздільного вимірювання концентрацій NO і NO<sub>2</sub> необхідно подавати як NO<sub>x</sub> за формулою

$$C_{NO_x} = C_{NO_2} + \left( \frac{M_{NO_2}}{M_{NO}} \right) \cdot C_{NO} = C_{NO_2} + 1,53 \cdot C_{NO}, \quad (3)$$

де  $C_{NO_2}$ ,  $C_{NO}$  – масова концентрація діоксиду та оксиду нітрогену, мг/м<sup>3</sup>;  $M_{NO_2}$ ;  $M_{NO}$  – молярна маса діоксиду та оксиду нітрогену, г/моль.

Питомий викид забруднювальних речовин на 1 Гкал вироблення тепла кожного модуля становить:

$$B_Q = \frac{3,6 \cdot C_{a=1} \cdot (100 - q_4) \cdot 1,163}{Q_{нр} \cdot \eta_{бр} \cdot 1000}, \quad \text{г/Гкал}, \quad (4)$$

де  $C_{a=1}$  – концентрація оксидів карбону і нітрогену в продуктах згоряння, мг/м<sup>3</sup>;  $Q_{нр}$  – нижча теплота згоряння палива, МДж/м<sup>3</sup>;  $q_4$  – втрати тепла від механічної неповноти згоряння палива, %;  $\eta_{бр}$  – ККД котла, %.

Секундний граничнодопустимий викид (ГДВ) забруднювальних речовин (потужність викиду) модуля нагрівання визначаємо за формулою

$$M_{\text{сек}} = \frac{B_Q \cdot Q_K}{3600}, \text{ г/с}, \quad (5)$$

де  $B_Q$  – питомий викид забруднювальних речовин, г/Гкал;  $Q_K$  – теплопродуктивність модуля нагрівання, Гкал/год.

Результати досліджень занесені у таблицю.

**Зведена таблиця еколого-теплотехнічних характеристик**

№ з/п	Показники	Умовне позначення	Розмірність	МН-120	МН-120Еко
1	Витрата газу, приведена	Вг	нм <sup>3</sup> /год	37,3	82,2
2	Температура продуктів згоряння	Твих	°С	108,1	104,7
3	Коеф. надлишку повітря	$\alpha$	-	1,92	1,73
4	Коеф. розбавлення сухих продуктів згоряння	h	-	2,03	1,81
5	Концентрація оксиду карбону, н. у.	$C_{\text{CO}}$	мг/м <sup>3</sup>	60,9	73,9
6	Концентрація оксидів нітрогену, н. у.	$C_{\text{NOx}}$	мг/м <sup>3</sup>	112	21,2
7	Секундний викид оксиду карбону	Псек со	мг/сек	5,1	13,71
8	Секундний викид оксидів нітрогену	Псек NOx	мг/сек	18,2	3,93
9	Питомий викид оксиду карбону на 1 Гкал	П со	г/Гкал	66,3	79,82
10	Питомий викид оксиду нітрогену на 1 Гкал	П NOx	г/Гкал	229,8	22,87
11	Питомий викид СО на 1000 м <sup>3</sup> палива	П со	кг/10 <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	0,492	0,600
12	Питомий викид NO <sub>x</sub> на 1000 м <sup>3</sup> палива	П NOx	кг/10 <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	1,756	0,172

**Висновки.** Аналіз одержаних результатів показав, що:

– в модулі нагрівання МН-120Еко були отримані значно менші концентрації викидів оксидів нітрогену, а також значно менший коефіцієнт надлишку повітря порівняно з модулем нагрівання МН-120;

– під час роботи обох модулів нагрівання концентрація оксидів нітрогену та карбону не перевищувала норм ГДК за ДСТУ 4059-2001;

– завдяки водяному охолодженню на пальнику модульна котельна установка МН-120Еко має більший ККД “брутто” (до 2 %).

1. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. – К.: ІВЦ Видавництво “Політехніка”, 2003. – 232 с. 2. Методичні рекомендації щодо обліку викидів забруднюючих речовин в атмосферу від котлоагрегатів // Держкомприроди України №9-9-273. 3. ГДК 34.02.305-2002. “Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від енергетичних установок”. – К., 2002. 4. ДСТУ 4059-2001 „Апарати газові одна-та двоконтурні, з примусовим обігом води. Загальні технічні умови”.