



Національний університет  
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

**XI Всеукраїнський  
науково-практичний семінар**

# **НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ І ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ**

**20 жовтня 2024 року**

**Збірник матеріалів**



**Полтава 2025**

### Використані інформаційні джерела:

1. ДСТУ EN 437:2014. Випробувальні гази. Випробувальний тиск. Категорії приладів.
2. Постанова №2493 від 30.09.2015 Про затвердження Кодексу газотранспортної системи.
3. Постанова №2494 від 30.09.2015 Про затвердження Кодексу газорозподільних систем.
4. Литвиненко О. О. Енергозабезпечення житлового будинку з використанням водню : Дипломний проєкт. Полтава : НУ «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка», 2022 (рукопис).
5. Ferguson DH. Fuel interchangeability considerations for gas turbine combustion. In: Fall 2007 east states sect meet combust inst, Charlottesville, Virginia. Pittsburgh (PA): Combustion Institute; 2007. P. 1–10.

УДК 622.93.074:546.262.3-31-044.57]:001.891.5

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗІ ЗМЕНШЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СО В ДИМОВИХ ГАЗАХ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА

*Нестеренко Богдан, Кутний Богдан,  
Полтава, Україна*

Монооксид вуглецю (СО) є безбарвним та без запаху газом, який утворюється в результаті неповного згоряння вуглеводнів. Він має високу токсичність і становить загрозу як для людини, так і для довкілля. У закритих просторах або приміщеннях із поганою вентиляцією рівень СО може перевищувати норму в кілька разів, що призводить до отруєнь. СО має високу спорідненість із гемоглобіном, утворюючи карбоксигемоглобін і блокуючи транспортування кисню [1-4].

Найбільш поширеними джерелами СО є:

- спалювання твердого палива в котельних установках;
- використання генераторів та опалювальних печей без належної вентиляції;
- несправне обладнання для горіння;
- робота двигунів внутрішнього згорання.

Неповне згоряння палива, низька температура в топковій камері та нестача кисню – головні чинники підвищення концентрації СО [5-7].

Для зниження концентрації монооксиду вуглецю доцільно застосовувати комплексні технічні та організаційні заходи, зокрема:

1. Забезпечення повного згоряння палива. Надлишок кисню у топці сприяє повному окисненню СО до СО<sub>2</sub>. Контроль і регулювання співвідношення «паливо-повітря» дозволяють уникнути дефіциту кисню.

2. Контроль температурного режиму. Недостатня температура горіння призводить до збільшення CO. Підігрів повітря, рекуперація тепла та використання сучасних пальників дозволяють підтримувати необхідну температуру.

3. Каталітичне допалювання. Використання каталізаторів (наприклад, паладієвих) сприяє окисненню CO навіть при відносно низьких температурах, що підвищує ефективність допалювання.

4. Автоматизація процесів горіння. Автоматичні системи контролю параметрів горіння в режимі реального часу забезпечують стабільну роботу обладнання та мінімізацію шкідливих викидів [8-10].

У цьому відношенні нами проведено ряд дослідів, метою яких є зменшення концентрації CO в димових газах твердопаливного котла. У цій публікації наводяться результати досліджень, отримані нами при використанні методик підігріву припливного повітря для зниження концентрації CO. Підігрів повітря відбувався за допомогою будівельного фену марки PROCRAFT(PH2300). Самі досліди проводилися при різній температурі дуттєвого повітря, для чого використовувалися шість режимів підігріву повітря у термофені: 1. +42 °C; 2. +45 °C; 3. +78 °C; 4. +196 °C; 5. +330 °C; 6. +420 °C. Ці температури отримані шляхом прямого вимірювання датчиком температури на основі термопари.

Для подачі підігрітого повітря у топку котла була зібрана установка, яку показано на рис.1. Забезпечення достатньої кількості повітря досягалося встановленням і одночасною роботою 2-х термофенів на II (максимальній) швидкості. Вимірювання концентрації таких забруднюючих речовин, як CO, NO<sub>2</sub> та SO<sub>2</sub> застосовано газоаналізатор «Дозор-С-М-3», рис.2-3. Даний прилад розраховано на визначення досить невеликих концентрацій шкідливостей, що характерні для повітря приміщень та навколишнього середовища. Зокрема максимальна концентрація CO, яка відображається на індикаторі становить 60 мг/м<sup>3</sup>.

Оскільки концентрації забруднюючих речовин у димових газах котла можуть у сотні разів перевищувати можливості «Дозора», була розроблена методика розбавлення димових газів у 400 разів для наступного вимірювання. З цією метою з димових газів котла брались дві проби, кожна об'ємом 20 мл. Частину кожної проби, об'ємом 5 мл змішували з повітрям, що має відому і відносно низьку концентрацію забруднюючих речовин, загальним об'ємом 2000 мл. Після чого, концентрацію шкідливостей вимірювали в утвореній суміші.



Рисунок 1 – Дослідна установка з застосуванням термофенів

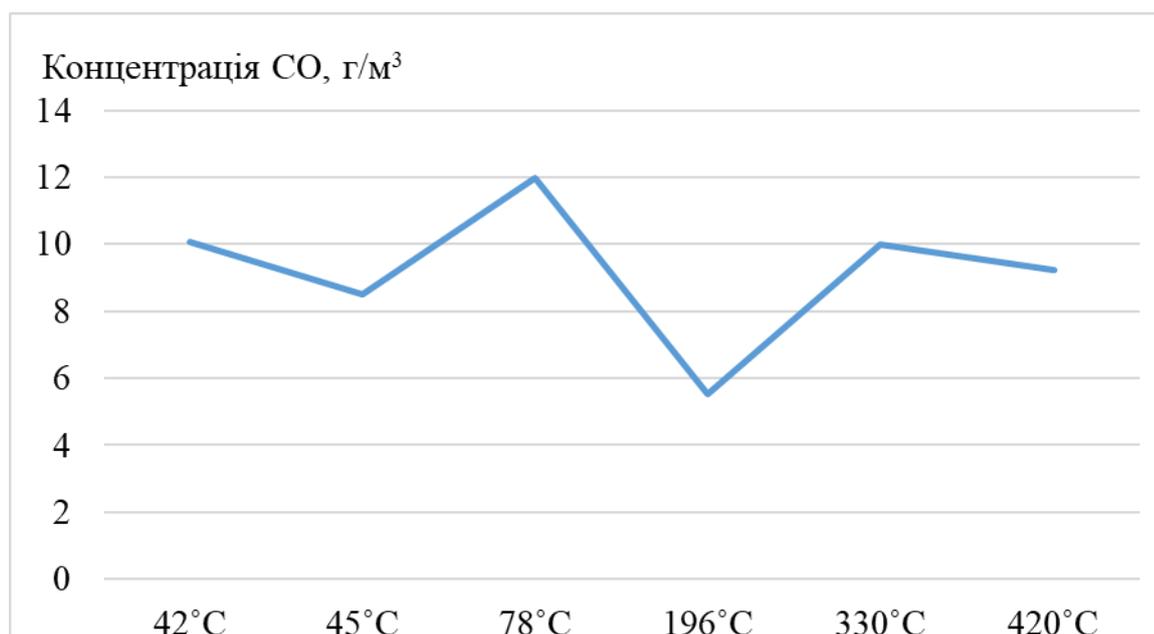


Рисунок 2 – Концентрація CO, NO<sub>2</sub> та SO<sub>2</sub> у повітрі



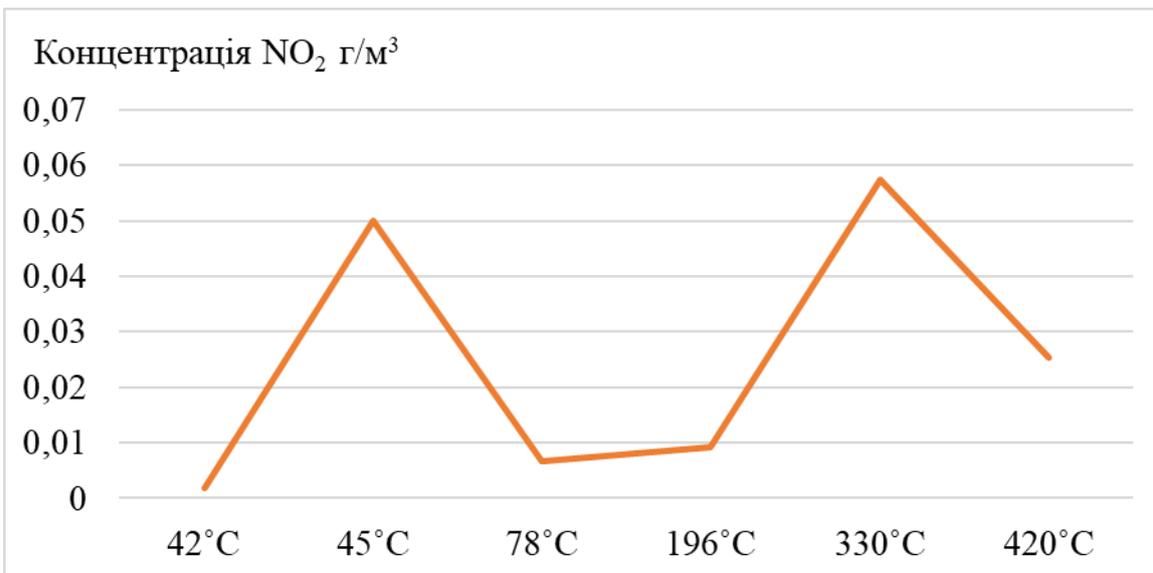
**Рисунок 3 – Концентрація CO, NO<sub>2</sub> та SO<sub>2</sub> у димових газах**

Проби відбиралися після виходу котла на робочий режим, при температурі димових газів в межах 100-200 °С. Отримані концентрації кожної серії дослідів осереднилися. Середні значення концентрацій забруднюючих речовин при різних температурах дуттєвого повітря наведено на рис. 4-6. У якості твердого палива для котла застосовано картон.

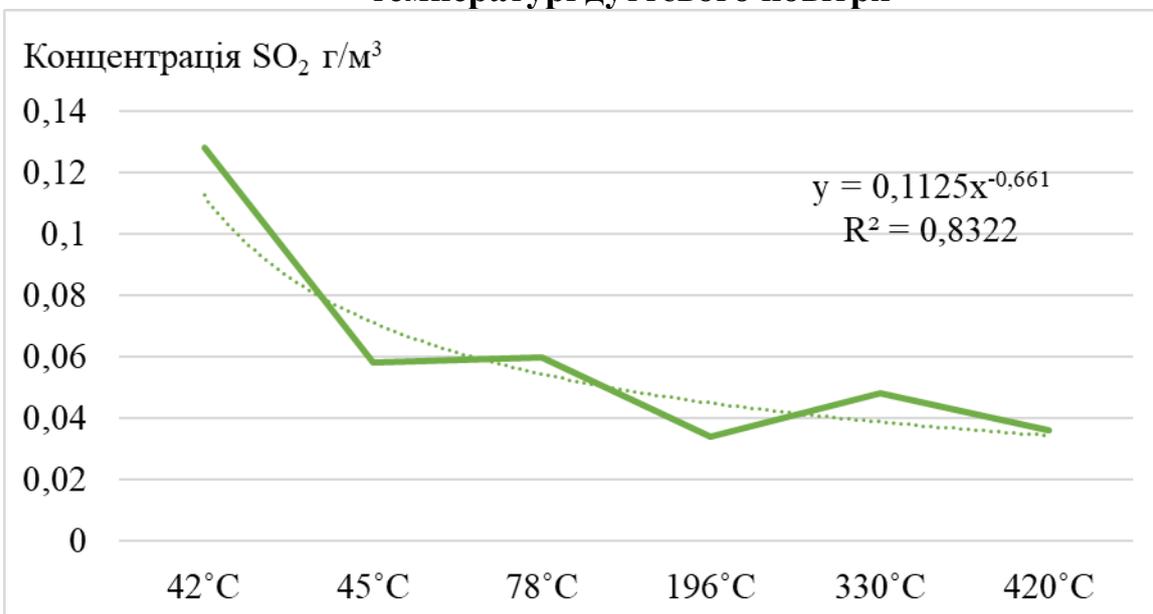


**Рисунок 4 – Зміна концентрації CO у димових газах котла при різній температурі дуттєвого повітря**

Отримані результати дослідження концентрації CO в димових газах котла (рис.4.) показують, що підвищення температури дуттєвого повітря до 200 °С дозволяє майже у двічі зменшити викид монооксиду вуглецю.



**Рисунок 5 – Зміна концентрації NO<sub>2</sub> у димових газах котла при різній температурі дутцевого повітря**



**Рисунок 6 – Зміна концентрації SO<sub>2</sub> у димових газах котла при різній температурі дутцевого повітря**

Аналіз концентрації NO<sub>2</sub> та SO<sub>2</sub> при різних температурах (рис.5, рис.6.) також свідчить про їх низьку концентрацію температурі дутцевого повітря в районі 200 °С. Таким чином, застосування підігрітого дутцевого повітря здатне суттєво зменшити викиди забруднюючих речовин із димовими газами твердопаливного котла.

Таким чином, упровадження технічних заходів для зменшення концентрації СО є необхідною умовою підвищення екологічної безпеки котельних установок та інших джерел теплогенерації. Підвищення температури дутцевого повітря до 200 °С здатне істотно покращити роботу котла шляхом більш повного згорання СО та зменшити його викиди в атмосферу. Удосконалення конструкцій топок, використання каталізаторів і систем автоматичного контролю дозволять зменшити рівень СО у викидах до допустимих значень.

### **Використані інформаційні джерела:**

1. ДСТУ EN ISO 21912:2022 Тверде відновлювальне паливо.
2. ДСТУ 9220:2023 Паливо тверде мінеральне. Методи визначення летких речовин.
3. ДБН В.1.2-8:2021 Основні вимоги до будівель і споруд.
4. ДСТУ 8755:2019 Викиди в атмосферне повітря. Методика визначення оксиду вуглецю при спалюванні палива.
5. Кучеренко Ю. А., Бабій С. М. Зменшення викидів СО при спалюванні вугілля в побутових котлах. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетика та теплоенергетика. 2021.
6. Tumuluru, J.S. Biomass torrefaction process: Modeling and analysis for CO reduction. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2020.
7. Гіжа О. О. Еколізація енергетики: методи зменшення викидів при спалюванні палива. Київ : ІЕЕ НАН Україна, 2019.
8. Кісіль І. І. Теплоенергетика: сучасні методи контролю і зменшення викидів. Львів : Видавництво ЛНУ, 2020.
9. Commission Regulation implementing Directive of the European Parliament and of the Council with regard to eco-design requirements for solid fuel boilers. EN 1185:2015
10. Vakkilainen, E.K. Steam Generation from Biomass: Construction from Boilers. Academic Press, 2016.

УДК 502.3:699.86:69.05

## **ЕФЕКТИВНА ВІДБУДОВА КРИТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРЕРОБЛЕНИХ РЕСУРСІВ ТА АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Усенко Ірина, Усенко Дмитро, Петровський Олександр  
Полтава, Україна*

Швидке відновлення та модернізація захисних споруд – пріоритет сучасної відбудови. Традиційне будівництво потребує значних енерго- та матеріальних ресурсів і формує відходи, тому актуальним є використання самоущільнюваних бетонів із переробленими полімерними добавками та технології 3D-друку, які підвищують міцність і скорочують час будівництва. У статті розглянуто новітні дослідження про такі рішення, а також розглянуто альтернативні в'язучі (допоміжні цементувальні матеріали, геополімери, біополімери) й цифрові технології для зменшення карбонового сліду та підвищення ефективності [1].

Самоущільнюваний бетон із переробленими полімерними добавками. Самоущільнюваний бетон (SCC) – це високотекучий, несегрегуючий бетон, здатний заповнювати форму та охоплювати арматуру без механічного