УДК 543.55

Д.С. Сопружинський, студент гр. ПІ-21м, К.В. Єфременюк, студентка гр. ПН-91, к.т.н., ас. Івасенко В.М.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ВИМІРЮВАННЯ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЯ ВИКИДІВ NOX

Анотація. Розглянуто принципи єдності вимірювання, що включають в себе подання результатів вимірювання в стандартних одиницях (ppm, мг/м3). Наведено перерахунок з об'ємної концентрації (ppm) в масову (мг/м3).А також необхідність вимірювання вмісту кисню у відхідних димових газах при перерахунку значень концентрацій з «ppm» в «мг/м3», для паливовикористовуючого обладнання. Досліджено утворення концентрації оксидів азоту, в перерахунку на діоксид азоту в залежності від навантаження при різних значеннях теплопродуктивності котла, що працює на природному газу.

Ключові слова: діоксид азоту, концентрація, вимірювання, надлишок кисню,газоаналізатор.

ВСТУП

Однією з основних цілей охорони навколишнього середовища є усунення шкідливих викидів або їхнє максимальне скорочення. Окреме місце серед джерел забруднення міста займають енергетичні установки, а саме котельні. У більшості розвинених міст контроль викидів відбувається з використанням інструментального контролю (автоматичні газоаналізатори) [1,2].

ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ТА ЇЇ ПЕРЕРАХУНОК

Сучасні методі вимірювання NO та NO2 базуються на визначені об'ємної частки NO та NO2 у відхідних димових газах, та подальшому перерахунку в масову концентрацію. Для цього отримане значення в об'ємних одиницях (ppm) множиться на коефіцієнт 2,05, щоб отримати масову концентрацію (мг/м3). При цьому отримують значення, які не залежать від температури та тиску, і приведені до нормальних умов (тиск 760 мм.рт.ст. та температура 0℃).

$$C_{NOx} = 2{,}05 \cdot (M_{NO} + M_{NO2}) \quad (1)$$

де C_{NOx} – масова концентрація оксидів азоту, в перерахунку на діоксид азоту, мг/м3; M_{NO} – об'ємна концентрація оксиду азоту, ppm; M_{NO2} – об'ємна концентрація діоксиду азоту, ppm.

Крім цього для паливовикористовуючого обладнання результати вимірювань масових концентрацій перераховуються на сухий газ та стандартний вміст кисню.

Приведення масової концентрації до стандартного вмісту кисню у сухих відхідних газах виконується за формулою:

$$C_{н.у.(O2)} = C_{н.у.} \cdot (21 - O_{2CT}) / (21 - O_{2B}) \quad (2)$$

Де $C_{н.у.(O2)}$ – приведена масова концентрація забруднюючої речовини у сухих відхідних газах, мг/м3; $C_{н.у.}$ – масова концентрація забруднюючої речовини у сухих відхідних газах, мг/м3; O_{2CT} – стандартний вміст кисню у сухих відхідних газах, %; O_{2B} – виміряний вміст кисню у сухих відхідних газах, %.

Отримання масової концентрації у сухих відхідних газах досягається шляхом використання газоаналізаторів, обладнаних системою підготовки проби (осушування та конденсування або конденсатозбірником). Таким чином вдається

зберегти цілість проби, оскільки при утворенні конденсату, частина NO2 може розчинятися в ньому і тим самим зменшувати виміряне значення. Використання системи підготовки проби забезпечує високу точність вимірювання NO та NO2 і репрезентативінсть викидів NOx, що утворюються в процесі згорання. Також у випадку використання системою підготовки проби перерахунок масової концентрації на сухий газ не здійснюється.

Важливо відзначити, що при вимірюванні, сумісну концентрацію NO і NO2 приймають як концентрацію NO2. Відповідно часто зустрічається формулювання «концентрація оксидів азоту, в перерахунку на діоксин азоту», або позначення NOx [3].

НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ NOX

Похибка вимірювання NOx залежить від багатьох факторів. Серед них, місце та спосіб відбору проб, а також точність самого методу вимірювання. Крім того повірочні газові суміші готуються з галузевою стандартною точність ±1 ppm.

ВИМІРЮВАННЯ ВИКИДІВ NOX

Залежність утворення NOx від температури та надлишку повітря була проведена при різних навантаженнях на газовому котлі Viessmann Vitomax 200-LW M64B02. На рис. 2,3 наведені результати вимірювання NOx в димовій трубі в залежності від температури димових газів та навантаження при спалюванні природного газу.

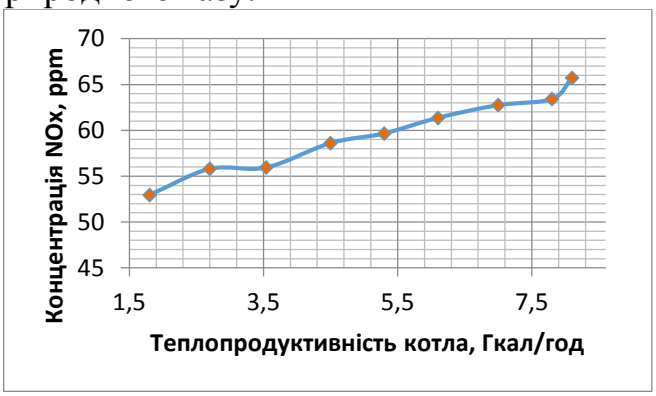

Рисунок 1. Залежність викидів NOx від навантаження

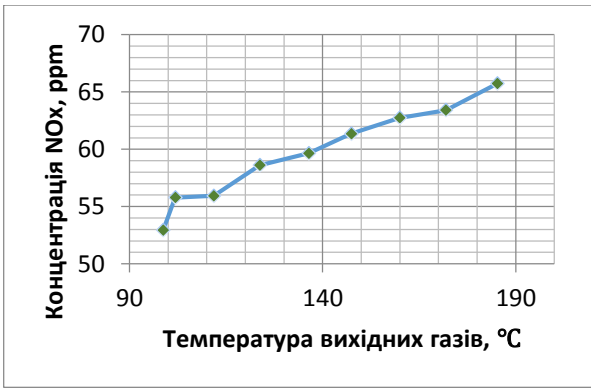

Рисунок 2. Залежність викидів NOx від температури

Найбільший вплив на викиди NOx становить підвищення температури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Моніторинг якості атмосферного повітря: український та міжнародний досвід. [Аналітична записка] / Кольцов М., Шевченко Л. – Київ: ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. – 13 с.

[2] Приміський В.П. Методика проектування і дослідження хемілюмінесцентних газоаналізаторів / В.П. Приміський, В.М. Івасенко // Вост.-Европ. журн. передовых технологий. - 2012. - № 2/6. –С. 9 – 12.

[3] Ткаченко, С. Й. Екологічні аспекти виробництва енергії / С. Й. Ткаченко, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 83 с.