

**УДК 662.613.13+621.18.08**

## **ЗМЕНШЕННЯ ЕМІСІЇ ЧАСТОК ПРИ СПАЛЮВАННІ БІОМАСИ**

***М.М. Жовмір<sup>1</sup>, Н.О. Маслоva<sup>2</sup>, М.О. Будько<sup>3</sup>,***

*<sup>1,2</sup>Інститут відновлюваної енергетики НАН України*

*<sup>3</sup> КПІ ім. Ігоря Сікорського,*

*вул. Гната Хоткевича 20а, м. Київ, 02094, Україна,*

*e-mail: [biomassa@ukr.net](mailto:biomassa@ukr.net), [mykola.zhovmir@gmail.com](mailto:mykola.zhovmir@gmail.com)*

*Зменшення емісії твердих часток при спалюванні біомаси є важливим завданням стратегії розвитку теплопостачання країн ЄС. Вимірювання емісії часток з їх диференціацією на органічні та мінеральні може стати основою обґрунтованого вибору первинних чи вторинних заходів для забезпечення необхідних екологічних показників котлів.*

**Ключові слова:** *біомаса, спалювання, частки, емісія.*

## **DECREASING OF PARTICLES EMISSION AT BIOMASS BURNING**

***M. Zhovmir<sup>1</sup>, N. Maslova<sup>2</sup>, M. Budko<sup>3</sup>,***

*<sup>1,2</sup>Institute for Renewable Energy of NAS of Ukraine,*

*<sup>3</sup> Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute,*

*Decreasing of particulate matter emission at biomass combustion is an important task of EU strategy on heating. Measurement of particulate matter emission with differentiation of organic and mineral particles can be a background for selection of primary and secondary means to reach environmental parameters of biomass fired boilers.*

**Keywords:** *biomass, burning, particulate matter, emission.*

**ORCID:** <sup>1</sup>0000-0001-6514-7474, <sup>2</sup>0000-0003-1465-1886,  
<sup>3</sup>0000-0003-0928-1657.

При спалюванні біомаси забруднення атмосферного повітря спричиняється головним чином викидами оксидів азоту та твердих часток, причому присутні частки мікронного та субмікронного розмірів, уловлення яких є проблематичним.

За статистичними даними у 2016 р. в країнах ЄС споживання первинної енергії становило 1543 млн. т н.е. В 2012 р кінцеве енергоспоживання систем тепло- та холодопостачання становило 546 млн. т н.е., з них 18% забезпечено відновлюваними джерелами енергії (11% - біомаса, 7% - енергія вітру, ФЕ, сонячна та геотермальна). "EU Strategy on Heating and Cooling" (2016) на період до 2050 р. намічено скоротити споживання енергії на тепло- та холодозабезпечення на 42-56%, при цьому викиди парникових газів зменшити на 70%, а викиди забруднюючих речовин у атмосферу зменшити на 90% [1].

Майже половина будівель в країнах ЄС мають опалювальні котли встановлені до 1992 р., а їх енергетична ефективність 60% і менше. Продовжується експлуатація застарілих котлів понад їх технічний строк служби – 22% індивідуальних газових котлів, 34% електричних нагрівачів, 47% котлів на рідкому паливі, 58% котлів на вугіллі. Експлуатація застарілого обладнання призводить до того, що в ряді країн Європи 75% викидів малих твердих часток в повітрі відносяться до викидів побутових опалювальних котлів зі спалюванням вугілля та біомаси, а в окремих випадках використання біомаси в

побути спричиняє більше 50% національних викидів малих часток [1]. Аналогічні проблеми характерні і для систем опалення та теплопостачання в Україні.

Масовий перехід до опалення дровами, біомасою, торфом з застосуванням неефективного обладнання зумовлює утворення смогу у містах України, провокує протести населення. Аналіз вимог міжнародних та національних нормативних документів щодо обмеження емісії забруднюючих речовин при спалюванні біомаси наведено в роботі [2].

При реновації будівель дієвим заходом зменшення емісії забруднюючих речовин розглядається заміна систем опалення з переходом до широкого застосування теплових насосів, використання сонячної та геотермальної енергії, скидної теплоти. Проте для багатьох країн, і для України особливо, зменшення використання твердих палив, зокрема біомаси, є неприйнятним, а тому необхідно поліпшувати екологічні показники котельного обладнання.

Вимірювання вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та їхньої емісії зі скидними газами енергетичних установок здійснюється відповідно до 17 міжнародних стандартів, які регулюють різні аспекти таких вимірювань. Вимірювання емісії твердих часток здійснюється ваговим методом, який полягає у вловлюванні твердих часток із відібраного потоку запилених газів на фільтрі, визначенні маси вловлених часток зважуванням фільтра, знаходження відношення маси вловлених часток до об'єму газів, відібраних з потоку, в перерахунку на сухі гази з заданим референтним вмістом кисню при нормальних умовах.

Вимірювання масового вмісту твердих часток у запилених газових потоках, що викидаються від

стаціонарних джерел, здійснюється відповідно до вимог стандартів ISO 9096:2003 та ISO 12141:2002 [3, 4]. Вимірювання масового вмісту твердих часток, що диференційовані за розміром 10 мкм та 2,5 мкм, здійснюється згідно зі стандартом ISO 13271:2012 [5]

Спостереженнями за роботою реальних котельних установок зі спалюванням біомаси (дров, тріски, соломи, гранул) нами виявлено, що емісія твердих часток може змінюватися у широких межах від 100 до 1200 мг/м<sup>3</sup>. Характер димових газів та відкладів на поверхнях нагріву свідчать про присутність у газах часток золи, часток палива, вуглистих часток та смол.

Нами запропоновано визначати емісію твердих часток при спалюванні біомаси з їхньою диференціацією за хімічним складом, тобто поділом на мінеральну та органічну частини (органічна частина паливних та вуглистих часток, смол). Вимірювання ґрунтуються на підходах, викладених у ISO 9096:2003 [3] у варіанті зовнішньої фільтрації з обігрівом. Виміряли вміст часток у продуктах згорання деревних пеллет у водогрійному котлі, що відповідає 3 класу за стандартом EN 303-5:2012 [6]. Виявлено, що при зміні режиму роботи котла вміст часток органічного походження становив 27 - 84 % від маси всіх уловлених часток.

Режими роботи з переважанням викиду часток органічного походження свідчать про умови несприятливі для їх вигорання. В такому випадку доцільно, перш за все, реалізовувати первинні заходи зменшення емісії твердих часток, до яких можна віднести належну організацію теплового режиму топки для покращення умов вигорання палива, зокрема летких речовин.

**Висновок.** Вимірювання емісії твердих часток з їх диференціацією на органічні та мінеральні може застосовуватися для діагностування режимів роботи котельного обладнання для спалювання біомаси та біопалив з метою обґрунтованого вибору первинних та вторинних заходів для забезпечення необхідних екологічних показників.

**Література:**

1. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. An EU Strategy on Heating and Cooling – COM (2016) 51 final.*

2. Жовмир Н.М. Анализ нормативных требований к эмиссии загрязняющих веществ при сжигании биомассы // *Промышленная теплотехника – 2012, т.34, №1. – С.77-86.*

3. *Stationary source emissions –Manual determination of mass concentration of particulate matter. International standard ISO 9096:2003.*

4. *Stationary source emissions – Determination of mass concentration of particulate matter (dust) at low concentrations – Manual gravimetric method: International standard ISO 12141:2002.*

5. *Stationary source emissions – Determination of PM10/PM2,5 mass concentration in flue gas – Measurement at higher concentrations by use of virtual impactors. International standard ISO 13271:2012.*

6. *Heating boilers for solid fuels, manually and automatically stoked, nominal heat output of up to 500 kW. Terminology, requirements, test methods and marking: EN 303-5:2012.*