

УДК 697.92

Екологічні аспекти використання твердого палива в міських системах опалення

Ю.С. Юркевич¹, Н.А. Сподинок²

¹к.т.н., доцент, Національний університет "Львівська політехніка", jurjurkev@gmail.com,

²к.т.н., асистент, Національний університет "Львівська політехніка", n_spoduniuk@meta.ua

Метою дослідження є окреслення основних проблем, які виникають при переведенні діючих газових котелень на тверде паливо. Переведення котелень у м. Золочів Львівської обл. на дрова дає можливість об'єктивно оцінити рівень небезпеки. Для цього необхідно забезпечити моніторинг стану атмосферного повітря у м. Золочів протягом усього опалювального періоду. На підставі результатів моніторингу розробити рекомендації щодо технічних рішень та безпечних обсягів переведення діючих котелень на тверде паливо.

Ключові слова: емісія шкідливих речовин; бенз(а)пірен; золотловлююче обладнання.

Вступ. Останнім часом Україна прикладає чимало зусиль, спрямованих на економію природного газу. Одним з таких заходів є переведення комунальних котелень з природного газу на тверде паливо. Проте вплив такого заходу на навколишнє середовище вимагає дослідження та ретельного аналізу. Тому метою статті є окреслення основних проблем, які виникають при переведенні діючих газових котелень на тверде паливо.

Підставою для такої постановки питання був той факт, що в лютому 2012 р. на сесії міськради м. Золочева Львівської обл. було затверджено «Програму модернізації існуючих котелень МКП «Золочівтеплоенерго», яка передбачала їх переведення на тверде паливо. Ця програма була успішно реалізована – п'ять міських котелень було модернізовано до початку опалювального сезону 2012/2013 рр. і ще дві – до опалювального сезону 2013/2014 рр.

Причиною такого рішення була дуже велика, як для районного містечка, заборгованість за спожитий газ. Крім того, станом на 2012 р. лише 12% населення користувалося послугами централізованого теплопостачання, а фактичні втрати теплової енергії у МКП «Золочівтеплоенерго» становили 22,7%.

Таким чином, місто Золочів першим серед інших міст Галичини повністю перевело свої котельні з природного газу на дрова. Для реалізації цього проекту було залучено 7,0 млн. грн. інвестицій. Передбачається, що використання твердопаливних котлів дасть можливість знизити вартість теплоти для споживачів у бюджетній сфері з 1176 грн. за 1 Гкал. до 830 грн., а це в свою чергу дозволить за опалювальний сезон економити близько 3,37 млн. грн.

Щоб уникнути чи, принаймні мінімізувати негативний вплив використання твердого палива на довкілля при переведенні котелень на тверде паливо, необхідно всесторонньо вивчити досвід міст, де вже тривалий час для потреб опалення використовують вугілля, дрова, торф. У цьому контексті досвід Кракова є особливо цінним, оскільки в місті проводився ретельний і тривалий моніторинг стану атмосферного повітря, що зумовлено високою забрудненістю атмосферного повітря в місті, яка є однією з найвищих у Європі. Основним джерелом забруднюючих речовин у місті є система опалення індивідуальних будинків і квартир, в яких використовуються твердопаливні котли. Для цих цілей в Кракові спалюється 115 тис. тонн вугілля в рік.

Аналізуючи результати моніторингу стану повітряного середовища міст Західної Європи, зокрема польських Кракова, Легніци та інших, звертаємо увагу на те, що досліджуючи емісію всього спектру забруднюючих речовин - CO, SO₂, NO_x, VOC_s (леткі органічні сполуки), TSP (total suspended particulates - увесь завислий пил, або всі аерозолі, навіть ті, які мають середній діаметр понад 10 мкм), особливу увагу приділяють емісії пилу PM10 та емісії бенз(а)пірену.

За європейськими нормами PM10 - це фракція пилу з середніми розмірами частинок до 10 мкм, допустима середньодобова концентрація PM10 становить 50 мкг/м³ і не повинна перевищуватися більше 35 раз в році. Допустима середньорічна концентрація становить 40 мкг/м³ а середньодобова небезпечна концентрація для PM10 становить 200 мкг/м³. При аналізі запиленості повітря вітчизняні норми розглядають недиференційований за складом неорганічний пил, що є аналогом пилу TSP. При цьому середньодобове значення ГДК становить 0,15 мг/м³, а максимальне разове – 0,5 мг/м³.

Бенз(а)пірен - поліциклічний ароматичний вуглеводень, який утворюється при спалюванні твердого і рідкого палива (в значно меншій мірі - газу). Ця речовина є одним з найнебезпечніших вуглеводнів, вона являється дуже сильним мутагеном та канцерогеном, є шкідливою навіть при малих концентраціях. Згідно списку "Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць" середньодобове значення ГДК бенз(а)пірену в атмосферному повітрі становить 0,1 мкг на 100 м³ (10 - 9 г/м³).

У вітчизняній практиці емісії бенз(а)пірену приділяється недостатньо уваги. В нормативній методиці розрахунку викидів забруднюючих речовин від енергетичних установок [1] викиди бенз(а)пірену взагалі не розглядається. У той же час в аналогічній російській методиці [2] приводиться розрахунки емісії бенз(а)пірену як від промтеплоенергетичних котлів малої потужності, так і від водогрійних котлів.

При проведенні аналізу повітряного середовища у м. Львові концентрацію бенз(а)пірену вимірювалися лише 12 раз в році (для порівняння: оксиди азоту - понад 1000 замірів; оксид вуглецю - понад 2000, а формальдегід - 4000 [3]).

Слід мати на увазі, що з 2015 року заборона на опалення вугіллям вступає в силу в великих містах Китаю, а у Дубліні та Лондоні така заборона вже діє.

Для оцінки впливу застосування твердого палива при його спалюванні в теплогенеруючих установках на забрудненість атмосферного повітря порівнюємо

розрахункові значення емісії пилу та бенз(а) пірену, отримані за вітчизняними [4] та зарубіжними методиками [3].

В ГДК 34. 02. 305-2002 "Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення" викиди, які виникають при спалюванні дерев'яної біомаси взагалі не розглядаються. В ній також відсутні розрахункові залежності для визначення емісії бенз(а)пірену. Тому за нормативною методикою [1] можемо провести лише розрахунок викидів твердих частинок. Він проводиться для вугілля Львівсько-Волинського басейну марок ГР, ГСШ та ЖР. Для вугілля марок ГР і ГСШ $Q_i^f = 21,44$ МДж/кг, а $A^f = 19,8\%$. Для вугілля марки ЖР $Q_i^f = 19,38$ МДж/кг, $A^f = 32,2\%$. Частка золи, яка виноситься з енергетичної установки у вигляді леткої золи, $a_{\text{вин}}$ залежить від технології спалювання палива і для топок з нерухомим шаром приймається $a_{\text{вин}} = 0,15$ [1]. При таких вихідних даних показник емісії твердих частинок ($k_{\text{тв}}$) для вугілля марок ГР, ГСШ становить 1406 г/ГДж, а для вугілля марки ЖР – 2530 г/ГДж.

Польські джерела [5] наводять дещо нижчі значення емісії твердих частинок (табл. 1).

Таблиця 1

Емісія шкідливих речовин (г/ГДж) при спалюванні твердого палива

Тип палива	Пил РМ		Бенз(а)пірен
	10		
Буре та кам'яне вугілля	404		0,27
Деревина	695,3		0,21

Це пояснюється високою зольністю вугілля Львівсько-Волинського басейну (19,8 – 32,2%). У вугіллі, яке використовують у Кракові вміст золи (A^f) знаходиться в межах 3- 12% [4].

Значення викидів твердих частинок (неорганічний пил) в атмосферне повітря без системи очищення (тон на 1 тис. тон палива) можуть також прийматися за укрупненими показниками:

- кам'яне вугілля – 65,32;
- торф'яні брикети – 13,02;
- дрова – 4,3;
- дерев'яні відходи і тирса – 5,1;
- дерев'яні брикети – 4,11.

При перерахунку наведених значень на 1Гкал виробленої теплової енергії отримаємо для бурого вугілля з $Q_i^f = 22$ МДж/кг величину емісії пилу 2970 г/ГДж, що є близьким до величин, отриманих за методикою [1], а для дров з $Q_i^f = 10,21$ МДж/кг - 420 г/ГДж, що є близьким до величини, наведеної в [2].

В європейських країнах типовий рівень емісії твердих частинок при спалюванні дерев'яної біомаси становить 300 мг/м³ після очищення в

мультициклони і 40 мг/м^3 при використанні системи конденсації продуктів горіння [5]. За датськими нормами, для котелень фермерських господарств, в яких спалюється дерев'яна біомаса, вміст твердих частинок у продуктах горіння не повинен перевищувати 600 мг/м^3 . Тут для досягнення допустимих концентрацій твердих частинок в основному використовують мультициклони, а для більш тонкого очищення – тканинні та електрофільтри.

Величину емісії твердих частинок та бенз(а)пірену, які виділяються при спалюванні вугілля та деревени, визначених за вітчизняною, російською, польською та німецькою методиками, представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Величина емісії твердих частинок та бенз(а)пірену, які виділяються при спалюванні вугілля та деревени

Емісія забруднюючої речовини	Тип палива								
	Буре вугілля				Дрова				Газ
	За метод. N1 [3]	За метод. N2 [7]	За метод. N3 [6]	За метод. N4 [1]	За метод. N1 [3]	За метод. N2 [7]	За метод. N3 [6]	За метод. N4 [1]	-
Тверді частини, г/ГДж	404	1400-2530	2215	2970	695,3	-	-	420	0,5
Бенз(а) пірен, г/ГДж	0,27	-	0,475	-	0,21	-	0,194	-	0,00002

У більшості міст Західної України проблем екологічного характеру, викликаних використанням твердого палива в системах опалення сьогодні не існує. Так, за даними [7] станом на 2009 р. у Львові споживалося лише 4,46 тис. тонн вугілля і 7,76 тис. м^3 дров, при чому вугілля використовують комерційні та бюджетні організації, а дрова – майже винятково населення.

За даними [3] середня концентрація речовин у вигляді твердих частинок перевищує ГДК на 19% (середньодобові значення становлять лише 0,15 ГДК, а максимальні добові – 0,5 ГДК). Слід також звернути увагу на те, що це є середні значення по місту, а значення для окремих, найбільш забруднених територій не приводяться.

Діючий сьогодні в Україні СНиП II-35-76 «Котельні установки» вимагає, щоб котельні, призначені для роботи на твердому паливі, обладнувалися установками для очищення димових газів від золи, коли виконується умова

$$AP \cdot B > 5000, \quad (1)$$

де AP – вміст золи в робочій масі палива, %;

B – максимальна годинна витрата палива, кг/год.

На підставі цієї залежності можна обчислити граничну потужність котельні, при якій встановлення золовловлюючого обладнання не є обов'язковим для кількох, типових у Західному регіоні, видів твердого палива (табл. 3).

Таблиця 3

Гранична потужність котельні

№	Тип палива	Нижча розрахунок ва теплота горіння, (МДж/кг)	Зольність палива A ^p , (%)	Максимальна годинна витрата палива, В (кг/год)	Допустима теплова потужність котельні при η=0,85; (МВт)
1.	Вугілля марки ГР і РСШ (Львівсько-Волинське)	21,44	19,8	252,5	1,27
2.	Вугілля марки ЖР (Львівсько-Волинське)	19,38	32,2	155,3	0,71
3.	Деревина	10,21	1,0	5000	12,00
4.	Паливні брикети, гранули	17,5	0,5	10000	41,15

Оскільки в м. Золочеві котельні вже переведені на тверде паливо - дрова, є доцільним ретельно вивчити наслідки цього заходу, провести моніторинг стану повітряного середовища, щоб набутий досвід міг бути використаний в інших населених пунктах. Оскільки зараз такі роботи не проводяться, розрахуємо величину емісії твердих частинок і бенз(а)пірену, які будуть утворюватися при виробленні 55000 ГДж теплової енергії за опалювальний період (що відповідає 9000 м³ дров).

Таблиця 4

Порівняння емісії забруднюючих речовин в м. Золочів і окремих дільницях м. Краків

№ п/п	Населений пункт	Площа, Га	Кількість мешканців	Емісія шкідливих речовин, тонн/рік	
				MP 10	Бензи(а)пірен
1	м. Золочів	900	24 000	38,24*	0,0116*
				23,1**	-
2	м. Краків, дільниця II Grzegorzki	583	30660	52,97	0,0198
3	м. Краків, дільниця III Gzyzyny	1079	25010	4,62	0,0017

* за методикою [2]

** за методикою [7]

Золочів є не єдиним містом у регіоні, де передбачається використання твердого палива для потреб опалення. Зокрема «Програма модернізації систем теплопостачання у Львівській області на 2012-2016 роки» передбачає заміну

газових котлів на твердопаливні в цілому ряді об'єктів загальною потужністю 8,7 Гкал/год, завдяки чому очікується зменшити споживання природного газу в області на 5436,6 тис. м³ на рік.

В Інституті технічної теплофізики НАН України розроблена національна концепція розвитку біоенергетики на найближчі 10 років. Згідно з цією концепцією доцільним є впровадження наступних технологій:

- опалювальні котельні на деревині (1- 10 МВт) – 250 котельнь;
- промислові котли на деревині (0,1-5 МВт) – 360 котів;
- побутові котли на деревині (10 – 50 кВт) – 53 тис. котлів.

При реалізації таких масштабних планів екологічні аспекти набудуть особливої актуальності. Ефективна, безпечна і екологічна робота котельнь на дерев'яній біомасі залежить від правильної організації заготівлі, зберігання, підготовки до спалювання палива, а також заходів, спрямованих на захист довкілля.

Висновки. Підсумовуючи викладений матеріал бачимо, що при використанні твердого палива для отримання теплової енергії в системах опалення виникають серйозні проблеми екологічного характеру. Переведення котельнь у м. Золочів на дрова дає можливість об'єктивно оцінити рівень небезпеки. Для цього необхідно забезпечити моніторинг стану атмосферного повітря у м. Золочів протягом усього опалювального періоду. На підставі результатів моніторингу розробити рекомендації щодо технічних рішень та безпечних обсягів переведення діючих котельнь на тверде паливо.

Необхідно розробити вітчизняну методику визначення обсягів викидів у атмосферу забруднювальних речовин при спалюванні дров, а також переглянути та уточнити нормативну базу щодо обладнання котельних установок, які працюють на твердому паливі, системами пило- газозуловлювання.

Література

1. Jonas A., Görtler F., Schuster K. Holz und Energie. Niederösterreichische Landes-Landwirtschaftskammer, Wien, 1990, Auflage.
2. Програма моніторингу природного довкілля Львівської області на 2011- 2015 роки і на перспективу до 2020 року. Львів, 2011.
3. Opracowanie eksperckie w zakresie wprowadzenia ograniczen w stosowaniu paliw stalych na obszarze Krakowa / Inteligentne rozwiazania aby chronic srodowisko. – s. 134.
4. Програма модернізації систем теплопостачання у Львівській області на 2012-2016 роки. Львів – 2012 р.
5. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал а час. Государственный комитет Российской федерации пот охране окружающей среды. Москва 1999.
6. УДК 662.611:66.074.3. Викиди забруднюючих речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення.
7. Стан довкілля в Львівській області (за результатами моніторингових досліджень) інформаційно – аналітичний огляд, І квартал 2013 року. – 16 с.

Экологические аспекты использования твердого топлива в городских системах отопления

Ю.С. Юркевич, Н.А. Сподинок

Целью исследования является определение основных проблем, возникающих при переводе действующих газовых котельных на твердое топливо. Перевод котельных на дрова в г. Золочев, Львовской области дает возможность объективно оценить уровень опасности. Для этого необходимо обеспечить мониторинг состояния атмосферного воздуха в г. Золочев в течении всего отопительного периода. На основании результатов мониторинга разработать рекомендации относительно технических решений и безопасных объемов перевода действующих котельных на твердое топливо.

Ключевые слова: эмиссия вредных веществ; бенз(а)пирен; золоулавливающее оборудование.

Environmental aspects of using solid fuel in urban heating systems.

Y. Yurkevich, N. Spodyniuk

The aim of the study is to outline the main issues arising from the translation of the existing gas boiler for solid fuel switch over to Zolochiv city, Lviv region. The wood fuel makes it possible to objectively assess the level of risk. This requires monitoring of the air in Zolochiv during the heating season. Based on the monitoring results the recommendations for technical solutions and secure transfer volume applicable to solid fuel boiler were developed.

Keywords: emission of harmful substances; benzo(a)pyrene; flue gas purification equipment.

Надійшла до редакції 11.06.2014 р.