

УДК 697.328

Б.М. Федяй

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОТЕЛЬНИХ НА БІОМАСІ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Паливна біомаса – найбільш поширене джерело енергії, яке застосовується при диверсифікації ринку природних енергоносіїв. Питання доцільності будівництва котельні на біомасі потребує визначення основних техніко-економічних показників, їх порівняння з показниками газифікованої котельні. В статті визначено простий термін окупності та доцільність будівництва котельні на біомасі рослинного походження порівняно з котельнею на природному газі.

Ключові слова: біомаса, енергоносії, газифікована котельня, паливо, природний газ.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями

В річному балансі споживання природного газу в Україні комунальне господарство споживає 60 %, а промислові підприємства близько 40% від загального рівня. Впровадження сучасного енергоефективного обладнання дозволяє зменшити цей показник і, як наслідок, зменшити собівартість відпуску теплової енергії споживачам або собівартість вироблення вітчизняної продукції.

Відповідно до міжнародних критеріїв, імпорт енергоносіїв визначається, як надійний, якщо їх постачання здійснюється з трьох джерел і обсяг постачання з одного джерела не перевищує для країни 25% [1, 2]. Втілення програми диверсифікації джерел постачання енергоносіїв в Україну ґрунтується на досвіді країн ЄС і передбачає перехід, по можливості, окремих споживачів природного газу на альтернативні поновлювальні джерела енергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Найбільш вживаним альтернативним поновлювальним джерелом енергії є біомаса рослинного походження – кускова деревина, щепи, пеллета, соняшникове лушпиння, кукурудзяні початки, гречана та кукурудзяна лузга, соломка та ін. [3]. Даний вид палива здобуває все більшого поширення в побуті і розглядається, як альтернатива природному газу для районних і квартальних котельні районних центрів, котельні адміністративних будівель і споруд, в промисловості на підприємствах по переробці продукції сільськогосподарського призначення [4, 5]. Це зумовлено насамперед доступністю та

наявністю потрібних запасів даного виду палива в даній місцевості.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття

Перехід з газоподібного палива на використання біомаси рослинного походження, як основного виду палива для виробітку теплової енергії розглядається в більшості випадків [4 – 6] як пріоритетний напрямок розвитку альтернативної комунальної енергетики в найближчому майбутньому. Насамперед це зумовлено високою вартістю, та порівняно не високою експлуатаційною надійністю інших систем альтернативного тепlopостачання – сонячних колекторів, теплових насосів. В той же час даних по основним визначальним техніко-економічним показникам використання біомаси як палива в Україні недостатньо.

Мета досліджень

Мета досліджень – оцінка середніх питомих витрат енергоносіїв та капіталовкладень на виробіток 1 Гкал або 1 кг технологічної насиченої пари газовою котельнею та котельнею на біомасі, визначення доцільності використання рослинної біомаси як основного виду палива за «простим» терміном окупності по відношенню до природного газу.

Виклад основного матеріалу

Вирішення питання доцільності переходу з газоподібного палива на біомасу рослинного походження, на першому етапі, як правило, зводиться до спрощеного техніко-економічного аналізу основних енерговитрат на виробіток одиниці

теплової енергії або технологічної пари для видів палива, що порівнюються та оцінки «простого» терміну окупності. Якщо його величина задовольняє нормованим показникам інвестиційної привабливості переходять до проведення поглибленого аналізу.

Узагальнені дані відносно вартості основних складових елементів котельні та їх

енергоспоживання одержані за результатами енергетичного аудиту та аналізу кошторисної вартості котельних установок малої та середньої потужності Полтавської області на газоподібному паливі та паливній біомасі рослинницького походження наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Основні складові елементи котельні, їх вартість та споживання енергоносіїв в процесі виробітку 1 кг насиченої пари.

№ з/п	Найменування складового елемента	Відмітка про технологічну необхідність елемента в циклі виробітку насиченої пари		Вартість обладнання на одиницю виробленої насиченої пари, тис. грн./кг пари		Споживання енергоносіїв для виробітку 1 кг пари котельнею, кВт/кг	
		Котельня на природному газі	Котельня на біомасі	Котельня на природному газі	Котельня на біомасі	Котельня на природному газі	Котельня на біомасі
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Паливне господарство котельної установки	+	+	0,023	0,062	0,000056	0,00025
2.	Котел, насосно-моторна група, тягодуттєве обладнання, теплообмінне, допоміжне обладнання	+	+	0,389	1,583	0,0256 (ел. енергія) + 0,71 (природний газ)	0,033 (ел. енергія) + 0,77 (біомаса)
3.	Блок хімічної водо підготовки	+	+	0,085	0,085	0,0042	0,0042
4.	Блок видалення і транспортування золи, шлаку	-	+	-	0,07	-	0,00046
5.	Блок фільтруючого обладнання для очистки відпрацьованих димових газів	-	+	-	0,563	-	0,00083
6.	Блок розпалювання паливної біомаси	-	+	-	0,04	-	0,00104 (природний газ)
7.	Станція збирання і перекачування конденсату	+	+	0,051	0,051	0,00014	0,00014
8.	Газовий тракт котельні	+	+	0,0738	0,0738	-	-
9.	Арматура, трубопроводи котельні	+	+	0,309	0,309	-	-
Загалом				0,93	2,76	0,74	0,81

Відповідно до даних наведених в табл. 1 ефективність виробітку 1 кг насиченої пари котельнею, що працює на природному газі становить 86%. Для котельні, що працює на паливній біомасі цей показник значно менший і становить – 79%. Зменшення енергетичної ефективності виробітку теплової енергії або насиченої пари на котельні зумовлено тим, що використання паливної біомаси рослинного походження в якості основного виду палива потребує інсталяції додаткового допоміжного обладнання та механізмів з електричним приводом для подачі і приготування палива, очищення продуктів згорання на виході з газового тракту від зважених часточок, видалення і транспортування золи і шлаку з вузлів котельного агрегату і т. ін. Крім того характерною ознакою котлів на твердому паливі є менша, порівняно з котлами на природному газі, ефективність використання палива, що насамперед зумовлено конструктивними особливостями котельних агрегатів в частині організації процесу горіння [4].

Вартість виробітку насиченої пари на котельні спрощено можна визначити за наступною залежністю, грн/кг:

$$C = C_e \cdot \frac{Q}{Q_H \cdot \eta} + C_{el} \cdot N_{el} + C_{вод} \cdot N_{вод}, \quad (1)$$

де C_e – ринкова вартість енергоносія (природного газу або паливної біомаси рослинного походження), який закуповується для виробітку технологічної пари, грн·год/нм³ або грн·год/кг;

Q – витрати теплової енергії на виробіток 1 кг насиченої пари, кВт/кг;

η – коефіцієнт корисної дії парового котла;

Q_H^P – теплотворна спроможність палива, кВт·год/нм³ або кВт·год/кг

C_{el} – вартість електричної енергії, яка споживається котельнею на виробіток 1 кг насиченої пари, грн/кВт·год;

N_{el} – сумарне споживання електричної енергії технологічними агрегатами та механізмами котельні в процесі виробітку 1 кг насиченої пари, кВт·год/кг;

$C_{вод}$ – ринкова вартість технологічної та скидної води виробничої котельні, грн·год/м³;

$N_{вод}$ – споживання технологічної та витрати скидної води в процесі виробітку 1 кг технологічної насиченої пари м³/(год·кг). Оскільки споживання технологічної та витрати скидної води в процесі виробітку 1 кг насиченої пари майже не залежать від виду палива котельні, то з метою полегшення проведення порівняльного аналізу зазначені статті витрат коштів не враховувались при проведенні розрахунків.

Розрахунки за формулою (1) показують, що для газової котельні показник C становить 0,468 грн/кг або 783,5 грн/Гкал. Для котельні на біомасі, при умові що основне паливо – відходи виробничого циклу підприємства, які фактично є безкоштовними, $C = 0,0492$ грн/кг, тобто близько 82,37 грн/Гкал. В разі закупки біомаси для виробітку теплової енергії на котельні у зовнішніх постачальників паливної біомаси даний показник становитиме $C = 0,297$ грн/кг, або 497,24 грн/Гкал.

“Простий” термін окупності може бути визначений за залежністю, роки:

$$O = \frac{K_б - K_е}{(B_p \cdot C_e - C_e \cdot B_e - \Delta N_{el} \cdot C_{el}) \cdot \tau}, \quad (2)$$

де $K_б, K_е$ – відповідно капітальні вкладення у будівництво котельні на біомасі і природному газі віднесені до 1 кг виробленої насиченої пари (з врахування вартості загально будівельних робіт), для газової котельні –1862 грн/кг, для котельні на біомасі – 5590 грн/кг;

B_p – зекономлена кількість природного газу при переході на біомасу, нм³/(год·кг);

C_e – вартість природного газу, який закуповується для виробітку 1 кг насиченої пари, грн/нм³;

B_e – кількість палива закупленого на виробництво 1 кг насиченої пари, кг/год;

ΔN_{el} – надлишкова електрична енергія, яка споживається котельнею на біомасі (порівняно з газовою котельнею) для виробітку 1 кг насиченої пари, кВт;

τ – середня тривалість експлуатації виробничої котельні протягом року, 7920 год.

Результати розрахунків за формулою (2) показали, що для комунальних господарств з наявними власними відходами технологічного циклу у вигляді біомаси рослинного походження цей показник становить 1,1 роки. В випадку коли підприємство в виробничому циклі не має відходів у вигляді біомаси і закуповує даний вид палива у зовнішніх постачальників простий термін окупності становить 2,63 роки.

Висновки

Незважаючи на існуючі умови – висока вартість основного і допоміжного обладнання по спалюванню біомаси, відсутність пільг на викиди парникового газу CO₂ в навколишнє середовище та з огляду на прогнозоване подальше зростання вартості природного газу використання біомаси для виробітку теплової енергії або насиченої пари в системах комунального теплопостачання в першому наближенні видається перспективним і інвестиційно

привабливим заходом. Насамперед це стосується підприємств з налагодженою інфраструктурою по збору і переробці відходів рослинного походження, які можуть бути перероблені в паливну біомасу і утилізовані в котельних агрегатах.

Література

1. Саприкін, В. Про Концепцію державної енергетичної політики України и на період до 2020 року // Дзеркало тижня. – 24.02 – 2.03.2001. – № 8(332).

2. Воловн, О. Перспективи диверсифікації джерел постачання енергоносіїв в Україну [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.niss.gov.ua

3. Palmer, D. Biomass heating: a guide to feasibility studies/ D. Palmer, I. Tubby, G. Hogan, W. Rolls. – Farnham: Biomass Energy Centre, 2011. – 12 p.

4. Mr. Arvind Kumar Asthana. Biomass as fuel in small boilers / Mr. Arvind Kumar Asthana. – Токуо: Asian Productivity Organization, 2009. – 43 p.

5. Биоэнергетика: учебное пособие / С.Н. Кузьмин, В.И. Ляшков, Ю.С. Кузьмина. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.

6. Справочник потребителя биотоплива / В. Варес, Ю. Касък, П. Муйсте, Т. Пуху, С. Соосаар.

– Таллинн: Талинский технический университет, 2005. – 183 с.

7. Miller, M. Research into the Storage of Woody Biomass Fuel for Heating Equipment/ M. Miller. – Livingston: Scottish Building Standard Agency, 2006. – 49 p.

8. Hogan, M. Biomass for heat and power. Opportunity and economics/ M. Hogan, J. Otterstedt, R. Morin, J. Wilde. – Brussels: European Climate Foundation, 2010. – 72 p.

9. Maker, T. Wood-Chip Heating Systems. A guide for Institutional and Commercial Biomass Installations/ T. Maker. – Washington D.C.: Biomass Energy Resources Center, 2004. – 93 p.

10. Cooke, R. Procurement Guidelines for Biomass Heating/ R. Cooke, A. Russell. – Birmingham: Buro Happold Ltd., 2007. – 37 p.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.М. Павленко, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава.

Автор: ФЕДЯЙ Богдан Миколайович
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, кандидат технічних наук, доцент

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОТЕЛЬНЫХ НА БИОМАССЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Б.Н. Федяй

Топливная биомасса – наиболее распространенный источник энергии, который применяется при диверсификации рынка природных энергоносителей. Вопрос целесообразности строительства котельной на биомассе требует определения основных технико-экономических показателей, их сравнения с показателями газифицированной котельной. В статье определен простой срок окупаемости и целесообразность строительства котельной на биомассе растительного происхождения по сравнению с газовой котельной.

Ключевые слова: биомасса, энергоносители, газифицированная котельная, топливо, природный газ.

ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY AND FEASIBILITY OF PLANT ORIGIN BIOMASS BOILER USAGE

B.M. Fediay

Plant biomass has several advantages over the other renewable energy sources such as solar energy, soil, water and geothermal etc. Therefore this fuel is increasingly considered as a replacement for natural gas in public heating systems. Investment of work for boiler existing from fuel gas to biomass or a new boiler construction requires an assessment of the main technical and economic indicators. The basis of energy and financial audit municipal boilers construction the value of 1 Gcal heat energy production from the combustion of natural gas and biomass and the capital cost of the 1Gcal boiler installed thermal power are determined in this article. Based on the technical and economic parameters data payback time of the biomass burning boiler construction is defined. Calculations have shown that at the present tendency to increase the cost of natural gas the payback time of biomass boiler construction will be 2.63 years, which corresponds to European standards in the investment attractiveness.

Key words: biomass, energy source, municipal boiler, heat energy, fuel, natural gas.