

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБУ ДО КОТЛА МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

Наведена порівняльна характеристика життєвого циклу жаротрубних теплогенераторів при роботі на природному газі, вугіллі, деревині та теплогенератора з газифікацією деревини. Виявлено етапи життєвого циклу котла, що мають найбільший вплив на людське здоров'я, якість екосистеми та вичерпання ресурсів. Запропоновано методи зменшення антропогенного навантаження життєвого циклу котла на навколишнє середовище.

There is stated the comparative characteristic of the life cycle of heat-pipe thermogenerators by working on the natural gas, coal, wood and thermogenerator with the wood gasification. Exposed the stages of the boiler life cycle, mostly influencing the human health, ecosystem quality and resources exhaustion. There are suggested the ways of decreasing the anthropogenic loading of the boiler life cycle on the environment.

Вступ. Актуальність.

Щорічне подорожчання енергетичних ресурсів призводить до зростання частки використання поновлюваних джерел енергії. Одним з найбільш перспективних видів відновлювальних джерел енергії є біомаса, яка є четвертим за значенням паливом у світі, щорічно дає 2 млрд т. у. п. енергії, що складає близько 14 % загального споживання первинних енергоносіїв в світі (в країнах, що розвиваються – більше 30 %, іноді до 50 – 80 %) [1]. Жаротрубні водогрійні котли малої потужності досить широко використовуються для опалення квартир і будинків. З огляду на підвищення ціни природного газу з'являються тенденції до використання котлів на твердому паливі. Спалювання біомаси як в Україні, так і в Європі широко застосовують для автономного опалення в повітрянагрівниках і котлах, а також для виробництва теплової і електричної енергії [2]. В зв'язку з великою різноманітністю ринку опалювального обладнання як на природному газі, так і на твердому паливі виникає необхідність в оцінці характеристик такого обладнання не лише в аспекті екологічної і енергетичної ефективності під час експлуатації, а й на повному життєвому циклі. **Тому метою даної роботи є порівняння характеристик котлів малої потужності 32 кВт при роботі на природному газі, деревині та вугіллі з врахуванням їх життєвого циклу.**

Методологія оцінки впливу життєвого циклу виробу

В ході оцінки впливу життєвого циклу виробу (ОВЖЦВ) проводиться збір інформації про вхідні і вихідні потоки речовини і енергії в продукційній системі і оцінка їх потенційного екологічного впливу за такими критеріями, як використання ресурсів, викиди в навколишнє середовище, здоров'я людини і стан екосистеми. Оцінка життєвого циклу проводиться в чотири етапи [3-6]: 1 – визначення мети і області застосування; 2 – інвентаризаційний аналіз життєвого циклу; 3 – оцінка впливу протягом життєвого циклу; 4 – інтерпретація життєвого циклу

Для оцінки впливу розроблений ряд методів (і відповідного програмного забезпечення). Багато з програмних продуктів дозволяють виявити найбільш небезпечні для навколишнього середовища впливи певного виробу і розробляти рекомендації по їх зменшенню, що є задачею останнього етапу ОВЖЦВ – інтерпретації життєвого циклу. Покращення екологічних характеристик продукції, враховуючи рекомендації ОВЖЦВ, в кінцевому підсумку несе за собою багато екологічних (наприклад, зменшення матеріало- і енергоємності продукта) і економічних переваг (наприклад, економія засобів на закупівлю сировини). Метод ОВЖЦВ продукції знаходиться на стадії становлення. Основні наукові підходи, пов'язані з методами оцінки впливу, все ще розробляються. Поки що не існує загальноприйнятих методів, за допомогою яких інвентаризаційні дані можна було б послідовно і чітко пов'язати з визначеним потенційним впливом на навколишнє середовище [7].

Прикладом потенційного впливу є вплив викидів вуглекислого газу на зміну клімату, а також сірки і азоту на окислення. Прикладами індикаторів класу впливу є еквівалент CO_2 , який відображає вплив на зміну клімату, і еквівалент SO_2 , який відображає вплив на окислювальні процеси.

В життєвому циклі будь-якого виробу можна виділити три рівні впливів:

- Прямий вплив від виробничих процесів (наприклад, роботи котла протягом терміну експлуатації).
- Непрямий вплив від допоміжних вхідних речовин (величин) в ці процеси (енергетичні матеріали).
- Непрямий вплив від виробництва матеріалів, які використовуються для виробництва виробу.

Таким чином, повний аналіз життєвого циклу полягає у встановленні зв'язків і взаємодій між всіма процесами. На практиці, роблячи аналіз життєвого циклу, необхідно мати відповідні бази даних. Тому зручно користуватись програмними продуктами, де вже включені відповідні бази даних. Програмних продуктів українського виробництва, наскільки нам відомо, немає. За кордоном на сьогоднішній день відомо близько 25 програмних продуктів [3], що використовуються для оцінки та аналізу впливу життєвого циклу виробу на навколишнє середовище та досить значна кількість методів оцінки впливу ЖЦВ [7, 8].

Є два основних підходи в оцінці життєвого циклу [9]:

1. Класичні методи оцінки впливу (CML, EDIP), які в оцінці впливу використовують загальні механізми (зміна клімату, екотоксичність)

2. Методи орієнтовані на загрозу (Eco– indicator 99, IMPACT 2002+, EPS), які групують основні екологічні впливи в кінцеві категорії: вплив на людське здоров'я, якість екосистеми, вичерпання ресурсів.

Екологічний вплив при оцінці життєвого циклу часто враховується по основних класах: використання природних ресурсів, території і енергії; вплив на здоров'я людей, екологічний вплив. Основні класи, в свою чергу, поділяються на більш детальні підкласи: зміна клімату, окислення, утворення озону в нижніх шарах атмосфери, екотоксичність, важкі метали, канцерогенні речовини.

Оцінка життєвого циклу котла

При розгляді життєвого циклу котла (ЖЦК) необхідно знати питання, пов'язані з використанням ресурсів (сировина і енергія), а також шкідливі викиди в атмосферу, воду, ґрунт, а також відходи: в процесі постачання сировини для матеріалів і енергії; в процесі виготовлення матеріалів для деталей, виробів і допоміжних речовин; при перевезеннях, монтажі, експлуатації, технічному обслуговуванні, вторинному використанні.

В стадію виготовлення котла можна включити отримання сировини і її обробку, а також затрачену на цей процес енергію. Транспортування включає в себе перевезення під час виготовлення (заготовки сировини), доставку виробу до місця використання, а також перевезення, пов'язані з технічним обслуговуванням, демонтажем і утилізацією. Перевезення від виробників котла чи з проміжних складів до споживача, а також перевезення в зв'язку з технічним обслуговуванням і демонтажем залежать від досить великої кількості факторів. Вивчення перевезень протягом життєвого циклу досить складне. Крім того, більшість даних за відсутністю точних доводиться приймати наближено. Тому перевезення в більшості випадків виключаються із оцінки життєвого циклу обладнання. Їх доля порівняно незначна. Тому в оцінці ЖЦК **пропонується враховувати лише транспортування від виробника до споживача та від споживача в місце утилізації.**

Стадія експлуатації в ЖЦК найтриваліша і вона включає в себе крім виробництва теплової енергії, ще й використання електричної енергії (робота насоса та автоматики), технічне обслуговування. Утилізація і вторинне використання отримують все більше розповсюдження. Вони можуть зменшити екологічне навантаження, якщо стадія виготовлення випадає чи скорочується для матеріалів, що повторно використовуються (наприклад, сталь).

Для порівняння використані жаротрубні водогрійні котли потужністю 32 кВт, що працюють на кам'яному вугіллі, природному газі, при прямому спалюванні деревини та з газогенерацією деревини. До уваги були прийняті технічні характеристики [10, 11] і газогенераторного котла АН@ТОЛ (м. Вінниця), що працює на деревині і виконаний із сталі та кераміки. В таблиці 1 представлені результати дослідження впливу ЖЦК на людське здоров'я, якість екосистеми та на вичерпання ресурсів за методом Eco-indicator 99 [12]. Котел «РЕТРА-2М» [11] може працювати як на деревині, так і на вугіллі, тому в розрахунках було прийнято до уваги конструкцію та масу котла наведену в інструкції, матеріал (листова сталь) і пораховано вплив цього котла протягом ЖЦ при роботі на деревині та вугіллі. Особливістю газогенераторного котла є те, що він виконаний двокамерним (камера завантаження і камера допалювання). Камери зсередини виконані керамічними, а зовні сталевими. Для інтенсифікації теплообміну в жаротрубному елементі використані сталеві стрічкові завихрувачі. Газовий котел виконаний із сталі, для інтенсифікації теплообміну використані вставки оригінальної конструкції. В розрахунках прийняті наступні спрощення: котли працюють під час опалювального періоду (189 днів) протягом 10 років, виробляють однакову кількість теплової енергії та споживають однакову кількість електричної енергії.

Для порівняння теплогенераторів використане програмне забезпечення Sima Pro7.1 Demo [13], яке дозволяє оцінити техногенне навантаження різноманітних матеріалів та виробів на навколишнє середовище, а також вплив різних викопних палив при їх спалюванні для виробництва теплової енергії та електроенергії. При розрахунку екологічних навантажень від виробу протягом його життєвого циклу, необхідно мати екологічні профілі різних матеріалів і видів енергії. Екологічні профілі різних матеріалів і видів енергії залежать від технології виробництва, від місцезнаходження підприємства, а також від сировини, використаної для виробництва енергії [7]. Слід зазначити, що в програмному забезпеченні Sima Pro7.1 Demo використовуються стандарти Європейського союзу. Тобто хоча котли виготовлені в Україні, на основі традиційних технологій виплавлення металу, виробництва кераміки і т.д. в оцінці їх ефективності використані європейські стандарти.

Початковими даними для розрахунку ЖЦК є термін експлуатації; споживання електричної енергії протягом експлуатації; виробництво теплової енергії протягом терміну експлуатації; маси та види матеріалів використані для виготовлення котла.

Таблиця 1

Порівняльна оцінка впливу ЖЦК на навколишнє середовище при роботі на різних видах палива

Стадії ЖЦК	Вплив на людське здоров'я, Pt				Вплив на якість екосистеми, Pt				Вичерпання ресурсів, Pt			
	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*	1*	2*	3*	4*
Виробництво сталі	3,47	15,2	15,2	10,8	1,57	6,81	6,81	4,86	2,5	10,9	10,9	7,82
Виробництво кераміки				6,39				0,22				4,67
Виробництво ізоляції (мінеральна вата)	0,027	0,275	0,275	1,29	0,0052	0,05	0,05	0,25	0,0265	0,265	0,265	1,24
Зварювання котла	0,301	0,622	0,622	0,602	0,013	0,029	0,029	0,0266	0,006	0,0135	0,0135	0,0123

Транспортування котла	0,209	1,02	1,02	1,16	0,0351	0,334	0,334	0,195	0,189	1,15	1,15	1,105
Спалювання палива протягом терміну експлуатації	2750	14400	3720	2019	171	3370	654	171-654	18300	2190	24,1	24,1
Електроенергія спожита насосом та автоматикою	53,9	53,9	53,9	53,9	5,07	5,07	5,07	5,07	18	18	18	18
Загальний вплив	2808	14471	3791	2093	178	3382	665	423,12	18320,7	2220	54,42	56,95

Примітка. *1 – котел на природному газі, 2* – котел на вугіллі, 3* – котел на деревині, 4* – котел з газифікацією деревини.

Для оцінки впливу життєвого циклу виробу в методі Еі– 99 використовується безрозмірна величина Есо– indicator point (Pt), що обчислюється шляхом поділу загального навантаження на навколишнє середовище на кількість мешканців Європи і множенням на 1000 (приведення до масштабу) [14].

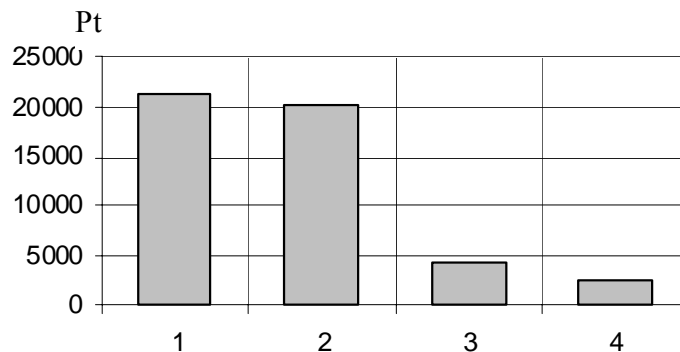


Рис. 1. Загальний вплив життєвого циклу котла на навколишнє середовище. 1 – котел на природному газі, 2 – котел на вугіллі, 3 – котел на деревині, 4 – котел з газифікацією деревини.

Як видно з таблиці 1, найбільший негативний вплив має процес спалювання. Вугілля відзначається завищеними показниками впливу на навколишнє середовище, що пов'язано з властивостями видобування та складу палива, а природний газ – негативним впливом на вичерпання ресурсів. Тому загальний вплив на навколишнє середовище (рис. 1) для котла на природному газі дещо більший в порівнянні з іншими котлами. В програмне забезпечення не закладені особливості газогенерації деревини. Але згідно з [15] викиди таких шкідливих речовин, як окисли азоту, вуглецю та вуглеводневих у випадку газогенерації значно кращі за аналогічні показники при прямому спалюванні деревини. Використовуючи відомості [16] про роботу газогенераторних котлів на основі деревини та деревних пелет та порівняння їх з традиційними технологіями використання деревної біомаси, свідчать про кращий екологічний вплив на навколишнє середовище та зокрема на людське здоров'я. Так в [16] зазначається, що в процесі газогенерації пелет деревини вплив на людське здоров'я в 1,36 рази менший, ніж природного газу. Тому для оцінки впливу життєвого циклу газогенераторного котла нами була введена відповідна поправка. Для покращення показників етапу експлуатації ЖЦК пропонується використовувати ефективні пальники для кращого спалювання палива та інтенсифікатори теплообміну для більш глибокого охолодження димових газів. Перспективним є використання конденсаційних котлів, які максимально раціонально використовують паливо та теплоту відхідних газів.

Висновки

В роботі проведений порівняльний аналіз життєвого циклу жаротрубних теплогенераторів при роботі на природному газі, вугіллі, деревині та теплогенератора з газифікацією деревини. Порівняно життєвий цикл котлів та виявлено, що найбільший вплив на людське здоров'я, якість екосистеми, та вичерпання ресурсів має етап експлуатації теплогенератора, а саме спалювання палива. Для розглянутих котлів найменший вплив на навколишнє середовище має теплогенератор з газифікацією деревини, не дивлячись на найбільшу масу. Тому раціональним, на нашу думку, є використання високоякісних матеріалів та комплектуючих для виробництва котла та його експлуатації. З метою більш ефективного використання палива варто використовувати високоякісні пальники, що призведе до зменшення шкідливих викидів на одиницю виробленої теплової енергії, та інтенсифікатори теплообміну для більш глибокого охолодження димових газів.

Література

1. Современное состояние и перспективы развития биоэнергетики в Украине / Гелетуа Г.Г., Железная Т.А., Жовмир Н.М., Матвеев Ю.Б // Промышленная теплотехника. – 2005, т.27, № 1, с. 78 – 85.
2. Biomass combustion in Europe overview on technologies and regulations. Final report 08 – 03/April 2008 // <http://www.nyserda.org/programs/Environment/EMEP/finalreports.asp>.
3. Life cycle assessment: principles and practice. EPA600/R – 06/060. May 2006/ National Risk Management

Research Laboratory. Cincinnati, Ohio, USA // <http://www.epa.gov/NRMRL/Iaccess/pdfs/600r06060.pdf>.

4. ДСТУ ISO 14040: 2004. Екологічне керування; Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (ISO 14040: 1997, IDT) / В. Лозанський (пер.і наук. – техн.ред.). – Офіц. вид – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – IV, 10 с. – (Національний стандарт України).

5. ДСТУ ISO 14041: 2004. Екологічне керування; Оцінювання життєвого циклу. Визначення цілі і сфери застосування та аналізування інвентаризації (ISO 14041: 1999, IDT) / В. Лозанський (пер.і наук. – техн.ред.), В. Мироненко (пер.і наук. – техн. ред.). – Офіц. вид – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – IV, 20 с. – (Національний стандарт України).

6. ДСТУ ISO/TR 14049: 2004. Екологічне керування; Оцінювання життєвого циклу приклади використання ISO 14041 для визначення мети і сфери застосування та аналізування інвентаризації (ISO/TR 14049: 2000, IDT) / В. Лозанський (пер.і наук. – техн.ред.). – Офіц. вид – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – IV, 38с. – (Національний стандарт України).

7. Рассмотрение жизненного цикла // <http://www.esproject.net/attachment/f884d384a217c98c4bfa49875a2f02d9/2056a388ea62c6b1fa3960cc153ada2a/life+cycle+Russian.pdf>.

8. Impact assessment methods // http://simapro.lifecycles.com.au/Impact_assessment_methods.htm.

9. IMPACT 2002+: A new Life Cycle Impact Assessment methodology. International journal of LCA 8 (6) p.324 – 330 (2003). O.Jolliet, M.Margni, R. Charles // <http://www.epfl.ch/impact>.

10. Експериментальні дослідження теплообміну в жаротрубному водогрійному котлі./ Степанов Д.В., Ткаченко С.Й., Боднар Л.А // Вісник ВПІ. – 2008. № 1. – С.50 – 56

11. ЧПФ “Ретра” – производство отопительных котлов на твердом топливе. – Режим доступу: <http://www.retra.com.ua>.

12. The Eco – indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report. 22 June 2001. Third edition. Mark Goedkoop, Renilde Spiensma.Режим доступу: http://www.pre.nl/download/EI99_methodology_v3.pdf.

13. Програмне забезпечення SimaPro7 // http://www.pre.nl/simapro/download_simapro.htm.

14. Eco – indicator 99. Manual for designers. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment // http://www.pre.nl/download/EI99_Manual.pdf.

15. Thermochemical conversion // <http://www.princeton.edu/ota/disk3/1980/8018/801809.pdf>.

16. Wood pellets for UBC boilers replasing natural gas based on LCA. Bernard Chain, Brian Chain. University of British Columbia. April 11.2008 // [http:// www.sustain. Ubc.ca/seedslibrary/files/ Wood_pellets_for_UBC_boilers_replasing_natural_gas_2.pdf](http://www.sustain. Ubc.ca/seedslibrary/files/ Wood_pellets_for_UBC_boilers_replasing_natural_gas_2.pdf).

Надійшла 23.1.2009 р.