

ФАЛЕНДИШ А.П., д.т.н. професор,
КЛЕЦЬКА О.В., асистент,
ЧЕРНЕНКО Т.С., магістр (Український державний університет залізничного транспорту)

Модель вибору твердопаливного котла для приміщень невеликої площі

У цій статті зроблено аналіз та наведено класифікацію підходів до вибору твердопаливного котла для опалення невеликих приміщень, що визначило доцільність розроблення моделі вибору твердопаливного котла для опалення невеликих приміщень з урахуванням не тільки його основних характеристик, а й технічного рівня та вартості протягом життєвого циклу. Запропоновано математичну модель вибору твердопаливного котла для опалення, яка базується на кваліметричному підході.

Ключові слова: твердопаливний котел, технічний рівень котла, модель вибору, тверде паливо, опалення.

Вступ

Аналіз витрат Укрзалізниці на потреби котельні за період з 1997 р. по теперішній час показав, що вони мають тенденцію до зменшення споживання вугілля, мазуту і природного газу. Це відбувається за рахунок деяких факторів, а саме: модернізації та оновлення пасажирських вагонів, у яких застосовується електричне опалення; упровадження модульних котельні у житлово-комунальне господарство; зменшення обсягу робіт та ін. Розглядаючи структуру площ будівель підприємств Укрзалізниці та промислових підприємств, можна побачити, що близько 30 % приміщень мають площу, меншу за 800 м². Прогноз вартості енергоресурсів на виробництво теплової енергії показав, що при збільшенні вартості 1 Гкал теплової енергії від котельні, які використовують різні види палива, використання дров як енергоресурсу є найбільш економічно вигідним [1].

Усе вище сказане підтверджує актуальність використання твердопаливних котлів невеликої потужності не тільки на залізничному транспорті, а й в інших галузях народного господарства.

Постановка задачі

Застосування різноманітних методів вибору котлів для забезпечення потреб підприємств залізничного транспорту є важливою складовою процесу вдосконалення галузі в цілому. Тому необхідно розробити нові, сучасні, методи вибору твердопаливних котлів для забезпечення теплом невеликих приміщень підприємств залізничного транспорту, які будуть урахувати як їх конструкцію, так і технічний рівень та вартісні показники. Це дасть змогу в значною мірою зменшити витрати на потреби підприємств залізничного транспорту в тепловій енергії.

© А.П. Фалендиш, О.В. Клецька, Т.С. Черненко, 2016

Мета статті

Метою статті є розроблення моделі вибору твердопаливного котла для опалення невеликих приміщень, яка буде враховувати як його конструкцію, так і вартісні його складові.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Висока актуальність теми використання твердопаливних котлів для опалення невеликих приміщень яскраво підтверджується наявністю великої кількості статей та наукових праць, поданих у періодичних виданнях технічного характеру [2 - 9].

Існує багато способів вибору котла для опалення приміщень. Кожний із виробників надає свій підхід до вирішення цього питання. Розглянемо більш детально ці підходи. Виробники котлів та їх дистриб'ютори [2-5] вибір котла пропонують починати з визначення необхідної потужності. Автори дають різні формули для розрахунку, які в середньому зводяться до того, що на опалення 10 м² необхідно мати потужність котла 1 кВт. Але подальші кроки вибору дещо відрізняються. Так, у роботі [2] спеціалістів ЧП «Ваші котли» такими кроками є: вибір управління процесом спалювання палива, вибір системи подачі палива та самої системи опалення.

Виробники польських котлів Rakoczy [3] при виборі котла пропонують також урахувати:

- країну виробника котла, історію компанії та гарантії виробника;
- вагу сухого котла, як показник товщини металу;
- розмір топки та можливість верхнього розпалювання;
- конструкцію та зручність монтажу;
- об'єм води в теплообміннику та наявність автоматики.

Спеціалісти по котлах [4] додатково пропонують урахувати такі критерії при виборі: вид палива, об'єм камери для завантаження палива та час горіння, матеріал теплообмінника, енергоспоживання, функції автоматики та безпеки котла, буферну ємність котла. Спеціалісти по котлах [5] додатково пропонують урахувати такі критерії при виборі: вид палива, корисний об'єм камери для завантаження палива, матеріал котла, споживання електроенергії, будову та принцип дії аварійної системи охолодження котла, буферну ємність у котлі та можливість переходу на газ.

Поряд з виробниками котлів питанню розрахунків котлів та їх вибору для систем опалення приділяється багато уваги і в наукових та в навчально-наукових організаціях. Так, у роботі [6] охарактеризовано основні етапи та внесок Бійського котельного заводу у створення й освоєння котлів промислового і теплофікаційного призначення.

У НТУ «ХП» під керівництвом Шевелева О.О. виконуються роботи з удосконалення методів розрахунку та вибору повітропідігрівальників котельних установок [7, 8].

Зроблений аналіз дає змогу класифікувати всі методи з вибору твердопаливних котлів на такі групи:

- розгорнутий розрахунковий метод (наукові та навчальні організації);
- спрощений метод вибору (виробники та продавці котлів);
- інтегральні методи вибору (наукові організації).

Але питанню вибору твердопаливного котла з урахуванням усього набору його характеристик приділяється недостатньо уваги. Тому розроблення моделі вибору твердопаливного котла для опалення невеликих приміщень з урахуванням не тільки його основних характеристик, а й технічного рівня та вартості протягом життєвого циклу є задачею своєчасною та актуальною.

Виклад матеріалу

За основу моделі вибору котла був узятий алгоритм, який викладений у праці [9], та положення робіт [10, 11].

Технічний рівень опалювального котла характеризується його ступенем технічної досконалості. Ступінь технічної досконалості являє собою оцінку переваг (достоїнств, якостей) технічних характеристик оцінюваного зразка над відповідними характеристиками еталонного зразка. Знання технічного рівня опалювальних котлів дасть змогу замовнику сформулювати вимоги до нових перспективних або до модернізованих зразків котлів та викласти їх у вигляді технічного завдання на їх розроблення або модернізацію. Знання технічного рівня вітчизняних і зарубіжних зразків опалювальних котлів дасть змогу:

- вибрати той або інший варіант конкретного втілення зразка котла, провівши оцінку технічного рівня на всіх етапах життєвого циклу – від етапу перспективного планування до експлуатації;

- прослідкувати тенденції в розвитку певного класу котлів і різних його модифікацій, виявити перспективні напрями, визначити слабкі і сильні сторони в технічному плані;

- визначити при укладенні контракту на розроблення (модернізацію) його значущість і встановити ціну щодо ринкової.

Таким чином, оцінка технічного рівня є індикатором напряму, у рамках якого доцільно створювати і розвивати твердопаливні котли. Вона також дасть змогу визначити перспективу розвитку котлів як об'єктів, що являють собою сукупність окремих вузлів та агрегатів, з уже наявних комплектуючих або які розробляються вперше відповідно до вимог замовника.

Загальновідомо, що технічний рівень опалювальних котлів обумовлюється в першу чергу його основними техніко-економічними характеристиками, які визначають його енергоефективність. У зв'язку з цим методика оцінки технічного рівня котлів базується на основі аналізу їх характеристик. Порядок визначення технічного рівня опалювальних котлів пропонується виконувати за алгоритмом, який поданий на рис. 1 і складається з нижченаведених етапів.

1. Вибір техніко-економічних показників опалювальних котлів

2. Вибір методу оцінки технічного рівня

3. Розрахунок вагових коефіцієнтів

4. Вибір критерію групування опалювальних котлів.

5. Вибір базового опалювального котла

6. Розрахунок коефіцієнта технічного рівня опалювального котла

Рис. 1. Алгоритм методики визначення технічного рівня опалювальних котлів

На першому етапі виконується вибір техніко-економічних показників опалювальних котлів за розробленою процедурою (блок 1).

Основним питанням при визначенні технічного рівня котла є вибір раціональної номенклатури показників, які найбільш повно характеризують опалювальні пристрої. Для вибору номенклатури технічних показників опалювальних котлів можна використати один із перерахованих способів:

- на основі нормативно-технічної документації;
- на основі порівняння з показниками базового котла;

- за аналогією з іншими видами котлів;
- математичними методами;
- експертним методом.

У результаті аналізу існуючих підходів до визначення техніко-економічних параметрів котлів для оцінки їх технічного рівня був вибраний експертний метод. Результати вибору наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Основні техніко-економічні показники, які характеризують опалювальні котли

Показник	Позначення	Розмірність	Раціональність показника
Потужність	N	кВт	Раціональний
Опалювальна площа	S	м ²	Раціональний
Об'єм завантажувальної камери	V _{топ}	м ³	Раціональний
Об'єм теплоносія у котлі	V _в	м ³	Раціональний
Час горіння	t	год	Раціональний
ККД	η	%	Раціональний
Максим. тиск	P _{max}	бар.	Ірраціональний
Площа перерізу димоходу	S _{дим}	мм ²	Ірраціональний
Коефіцієнт універсальності котла	K _{ун}		Раціональний
Вага	m	кг	Ірраціональний

На другому етапі виконується вибір методу розрахунку технічного рівня. У нашому випадку для розрахунків експертним методом був обраний метод вагових коефіцієнтів, що має свої переваги та недоліки. До переваг цього методу належить простота в порівнянні з іншими методами, він легко знає комп'ютерної обробки, дає змогу провести комплексне порівняння аналогічних об'єктів з урахуванням різних видів показників. Недоліком є те, що цей коефіцієнт не має фізичного змісту.

$$K_{т.р.} = \frac{\sum_{i=1}^{i=s} k_i \varphi(i)}{\sum_{i=1}^{i=s} \varphi(i)} \quad (1)$$

де $K_{т.р.}$ – коефіцієнт технічного рівня; $\varphi(i)$ – вага i -го показника; k_i – питомий показник;

$$k_i = P_{in} / P_{iбаз.} \quad (2)$$

де P_{in} – значення i -го показника обраного котла; $P_{iбаз.}$ – значення i -го показника базового котла.

На третьому етапі виконується ранжирування параметрів котлів та розраховуються значення вагових коефіцієнтів. Ранжирування проведено експертним методом, а результати наведено в табл. 1.

Перед визначенням технічного рівня опалювальних котлів на четвертому етапі вибирається критерій їх групування. Для нашого випадку критерієм групування була обрана потужність опалювальних

котлів. Тобто опалювальні котли були розділені на групи за номінальною потужністю: до 10 кВт, від 10 до 20 кВт, від 20 до 30 кВт, від 30 до 50 кВт, від 50 до 90 кВт, від 90 до 99 кВт.

На п'ятому етапі для кожної групи були вибрані базові зразки котлів. Базовий зразок являє собою найкращий із існуючих у цій групі котлів, який приймається для зіставлення при оцінці їх технічного рівня.

На шостому етапі для кожної групи за формулою (1) розраховується коефіцієнт технічного рівня та обираються по три найкращі серії опалювальних котлів.

На основі вказаного алгоритму (рис. 1) був розроблений програмний інформаційно-розрахунковий комплекс з оцінювання технічного рівня опалювальних котлів.

Викладене вище дає змогу зробити такі висновки.

1. Аналіз підходів до вибору котлів для опалення приміщень показав, що в основному при виборі котла приділяється увага лише його потужності та виду палива, на якому він працює. Методам вибору твердопаливних котлів уваги приділяється недостатньо. На основі аналізу була запропонована класифікація методів вибору котлів для опалення приміщень.

2. Таким чином, розроблена методика оцінки технічного рівня опалювальних котлів на основі комплексування їх технічних характеристик дасть змогу одержати інформацію про технічний рівень опалювальних котлів та ступінь їх відповідності сучасним вимогам та кращим світовим аналогам.

3. У подальшому необхідно зробити розрахунки для запропонованої моделі та визначити номенклатуру твердопаливних котлів, які раціонально використовувати для опалення приміщень у залежності від потреб замовника.

Література

1. Фалендыш, А. П. Целесообразность использования твердотопливных котлов на предприятиях железнодорожного транспорта [Текст] / А. П. Фалендыш, Л. А. Пархоменко, О. В. Клецка, П. В. Рукавишников // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 153. – С. 210-217.
2. Як вибрати відповідний для Вашого будинку твердопаливний котел центрального опалення? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kotly.com.ua/ua/info1.htm>. – (Дата звернення: 30.07.2016).
3. Як обрати твердопаливний котел? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rakoczy-ukraine.com.ua/ua/kak-vybrat-tverdotoplivnyj-kotel/> – (Дата звернення: 03.08.2016).
4. Как выбрать твердотопливный котел? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zauglom.com.ua/article/page/Kak_vybrat_tverdotoplivnyj_kotel – (Дата обращения: 03.08.2016).
5. Грамотный выбор твердотопливного котла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://motosila.ua/gramotnij-vibor-tverdotoplivnogo-kotla.html>. – (Дата обращения: 03.08.2016).
6. Дорожков, А. А. Развитие отечественного котлостроения для современной промышленной энергетики [Текст] / А. А. Дорожков // Известия Томского политехнического университета, 2009. – №4, том 314. – С.48-51.
7. Тарасенко, А. Н. Метод расчета тепловых характеристик трубчатых теплообменных аппаратов [Текст] / А. Н. Тарасенко // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2012. – №6/5 (36). – С. 30-34.
8. Тарасенко, А. Н. Динамика пластинчатого теплообменного аппарата при прямомочном движении теплоносителей [Текст] / А. Н. Тарасенко, А. А. Шевелев // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – №4. – С. 57-63.
9. Фалендыш, А. П. Оцінка ефективності опалювальних котлів [Текст] / А.П. Фалендыш, О.В. Клецка, А.Р. Кутня // Тези доп. 78-ї Міжнар. науково-техн. конф. «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»: У кн.: Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 160. – С. 56.
10. Амбарцумян, К. А. Методы оптимизации качества, надежности и эффективности процессов создания

- и освоения новой продукции [Текст] / К. А. Амбарцумян. – М.: Знание, 1986. – 108 с.
11. Андрианов, Ю. М. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении [Текст] / Ю. М. Андрианов, А. И. Субетто. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 216 с.

Фалендыш А.П., Клецкая О.В., Черненко Т.С. Модель выбора твердотопливного котла для помещений небольшой площади. В данной статье сделан анализ и дана классификация подходов к выбору твердотопливного котла для отопления небольших помещений, что определило целесообразность разработки модели выбора твердотопливного котла для отопления небольших помещений с учетом не только его основных характеристик, но и технического уровня и стоимости в течение жизненного цикла. Предложена математическая модель выбора твердотопливного котла для отопления, основанная на квалиметрическом подходе.

Ключевые слова: твердопаливний котел, технічний рівень котла, модель вибору, тверде паливо, опалення.

Falendysh A.P., Kletska O.V., Chernenko T.S. Model selection solid fuel boilers indoor small area. The work reveals the need for new, modern methods of choice for solid fuel boilers provide heat small areas of rail transport, which will take into account how their design and technical level and cost parameters. This will greatly reduce the cost of rail transport needs of a thermal energy. Made classification approaches to the selection of solid fuel boilers for heating small spaces. Also in the paper shows the determination of the technical feasibility and its evaluation. The basic components of the evaluation of the technical level, bringing the developed method of estimation of the technical level of boilers, based on an analysis of their performance. Consider each stage drawing order determining factor algorithm technical level of boilers, which showed the technique will obtain information on the technical level of boilers and their degree of compliance with the current requirements and best world analogues.

Keywords: solid fuel boiler, boiler technical level, the model of choice, solid fuel heating.

Поступила 29.06.2016

Фалендыш Анатолий Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теплотехники и тепловых двигателей, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, Харьков, Украина. E-mail: ttd@kart.edu.ua

Клецкая Ольга Витальевна, ассистент кафедры теплотехники и тепловых двигателей, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, Харьков, Украина. E-mail: ttd@kart.edu.ua
Черненко Тамара Сергеевна, магистр кафедры теплотехники и тепловых двигателей, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, Харьков, Украина. E-mail: ttd@kart.edu.ua

Falendysh Anatoliy, PhD, Professor, Head of the Chair of Thermal Engineering and Heat Engines, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: ttd@kart.edu.ua

Kletska Olga, assistant of the chair of Thermal Engineering and Heat Engines, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: ttd@kart.edu.ua

Chernenko Tamara, master of the Department of Thermal Engineering and Heat Engines, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: ttd@kart.edu.ua