

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»

на тему:

**«Безпека використання твердопаливних котлів в системах опалення в
умовах реформування енергетичної галузі»**

Виконав: студент

5 курсу групи ЦБ-51м

Напряму підготовки

263 «Цивільна безпека»

Чач С.В.

Керівник: професор Филипчук В.Л.

Рецензент: доцент Туровська Г.І.

Зміст роботи

ВСТУП.....	4
1. Характеристика твердопаливних котлів	6
1.1 Необхідність використання твердопаливних котлів	6
1.2 Види твердопаливних котлів, їх характеристика, конструкція, область використання.	8
1.2.1 Пелетні котли	12
1.2.2 Піролізні котли	18
1.2.3 Котли тривалого горіння.....	21
1.2.4 Котли прямого горіння.....	25
1.2.5 Провідні виробники українських твердопаливних котлів	27
1.3 Особливості експлуатації твердопаливних котлів	32
1.3.1 Якість палива	32
1.3.2 Зміна палива	34
1.3.3 Утилізація золи.....	35
1.3.4. Постійне відстеження температури в системі опалення.....	36
1.3.5 Об'єм води у системі опалення. Проектування та монтаж самої системи опалення	36
1.3.6. Максимальна залежність від електроенергії в окремих системах опалення	37
1.3.7 Зберігання та використання запасів палива.....	38
2. Варіанти застосування твердопаливних котлів	41
2.1 Встановлення твердопаливних котлів, як окремий варіант замість газових	41
2.2 Встановлення паралельно с газовим котлом.	45
2.3 Встановлення для паралельної роботи разом с газовим котлом, коли потужності газового котла недостатньо.	53
3. Безпека експлуатації твердопаливних котлів	58
3.1 Причини аварій твердопаливних котлів	58
3.1.1. Вибух палива	58

3.1.2. Зниження рівня води	59
3.1.3. Недоліки водопідготовки.....	60
3.1.4. Забруднення води	62
3.1.5. Недотримання технології продувки	63
3.1.6. Механічне пошкодження труб.....	64
3.1.7. Небезпека форсованого режиму	65
4. Покращення інфраструктури газових котлів для спільної роботи з твердопаливними котлами.....	71
4.1 Вплив повільного розгоряння та високої температури газів	71
4.2 Утворення у відповідних трубах конденсату, шлаку	73
4.3 Необхідність постійної подачі палива	78
4.4 Проблеми в розпалюванні твердопаливного котла	79
4.5 Забезпечення вентиляції приміщень котельної	81
5.Рекомендації щодо підвищення безпеки праці при експлуатації твердопаливних котлів.....	85
5.1. Утворення та вплив на людину димових газів	85
5.2 Вимірювання концентрації газів	91
5.3 Автоматизація роботи котлів.....	94
5.4 Використання теплового акумулятора, як можливість підвищення системи безпеки опалення	96
Загальні висновки.....	100
Список використаних джерел.....	102

ВСТУП

За останні роки в Україні спостерігається тенденція подорожчання органічного палива. Особливо це торкнулося такого виду палива, як природний газ. У зв'язку з агресивними діями Росії протягом останніх п'яти років ціна на природний газ для України неухильно змінювалася у вищу сторону. У підсумку ми маємо ціну в 400 доларів і понад за 1 тис. кубометрів природного газу. І це ще не остаточна цифра для країни. Подальше подорожчання "блакитного" палива для країни може стати критичним. Оскільки основна частина опалювальних підприємств країни працює на газу, то це може занадто сильно вдарити по тарифах палення та цінах для населення і підприємств. У зв'язку з цим, починаючи з недавнього часу, президент країни та Кабмін ухвалили постанову щодо зниження витрати природного газу та перехід на інші джерела теплової енергії. В основному вибір упав на тверде паливо таке, як вугілля. Це найдоступніше джерело палива в нашій країні, і відносно не дороге. Як альтернативний вид твердого палива можна використовувати деревину, її відходи, торф тощо.

Для спалювання твердого палива використовуються спеціальні твердопаливні котли, які мають відмінності, як у конструктивному відношенні, так і з точки зору безпеки експлуатації та охорони праці обслуговуючого персоналу. Тому безпека використання твердопаливних котлів в системах опалення в умовах реформування енергетичного галузі є актуальним завданням.

Метою роботи є аналіз безпеки використання твердопаливних котлів в системах опалення в умовах реформування енергетичного галузі.

Задачі роботи:

- проаналізувати характеристики та принцип роботи твердопаливних котлів різних конструкцій;

- проаналізувати варіанти використання твердопаливних котлів, як окремий варіант опалення, та при сумісній роботі с газовими котлами;
- оцінити безпеку експлуатації твердопаливних котлів різних конструкцій;
- розглянути шляхи покращення інфраструктури газових котлів при їх спільній роботі с твердопаливними котлами;
- розробити рекомендації щодо підвищення безпеки праці при експлуатації твердопаливних котлів.

Об'єктом дослідження є негативні процеси, які виникають під час експлуатації твердопаливних котлів.

Предметом дослідження є сукупність засобів та заходів щодо підвищення безпеки експлуатації твердопаливних котлів.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- проведено комплексний аналіз негативних чинників, які виникають під час експлуатації твердопаливних котлів.
- запропоновано методи зниження негативного впливу шкідливих чинників, які виникають під час експлуатації твердопаливних котлів у комплексі із газовими котлами.

Практичне значення роботи: розроблено заходи щодо підвищення безпеки експлуатації твердопаливних котлів різних конструкцій у сукупності с газовими котлами та самостійно.

1. Характеристика твердопаливних котлів

1.1 Необхідність використання твердопаливних котлів

Сфера застосування у твердопаливних котлів дуже велика, адже такий опалювальний агрегат можна встановити практично в будь-якому об'єкті з водяним опаленням. З його допомогою можна значно зменшити витрати на опалення. Вони будуть актуальні для обігріву:

- житлових будинків;
- офісні приміщення;
- виробничих та промислових об'єктів;
- дитячих садків, шкіл, лікарень, музеїв, театрів;
- спортивних об'єктів та споруд;
- складів та складських комплексів;
- теплиць;
- СТО (станцій технічного обслуговування).

Дуже вигідно опалювати твердопаливними котлами підприємства головним видом діяльності, яких є деревообробна промисловість. Як паливний матеріал можна використовувати деревні відходи, і тоді буде подвійна вигода: економія на опаленні та утилізація відходів виробництва.

Твердопаливні котли українського виробництва мають безліч переваг і привабливі для споживачів своїми характеристиками і ціною.

Переваги опалення котлом на твердому паливі:

Очевидна економія вже з першого місяця роботи. Якщо взяти дані про три варіанти опалення, то при однаковій потужності 25 кВт експлуатація обійдеться:

- газового котла від 100 до 250 грн;
- електричного котла близько 200-300 грн.;
- твердопаливного казана не більше 80 грн.

За усередненими даними ККД сталевих котлів може досягати 93% у той час як ККД чавунних котлів не перевищує 83%. Ці відмінності обумовлені тим, що в сталевому котлі шлях димових газів проходять по теплообміннику набагато довше ніж у чавунному котлі і як наслідок більш ефективний теплообмін.

1. Також істотним плюсом є екологічність твердопаливного опалювального котла. Видобуток твердого палива, а також продукти згоряння завдають мінімальної шкоди навколишній природі.

2. Простота пристрою. Встановити твердопаливний котел своїми руками не складно. Так само просто відбувається його обслуговування протягом багатьох років безвідмовної роботи агрегату.

3. Декілька варіантів палива, яке може використовуватися для роботи.

Для цих цілей підходить не тільки вугілля чи дрова, але також торф, пелети та навіть брикети гною.

4. Перевагою опалення приміщення твердопаливним котлом є також його автономність від дорожчих джерел енергії.

5. Ціна на твердопаливні котли набагато нижча в порівнянні з агрегатами, що працюють на газі або електриці.

6. Залежно від потреб може значно відрізнитися принцип роботи твердопаливного котла. Вибір агрегатів настільки великий, що споживач обов'язково знайде відповідний варіант.

Недоліки при опаленні котлом на твердому паливі

Як і у всієї техніки, твердопаливні котли мають свої мінуси:

По-перше, необхідне місце не тільки для обладнання, але і для зберігання палива. До того ж, щоб показники ККД були високими, знадобиться виконувати особливі умови, які відносяться до зберігання та використання твердого палива.

По-друге, завантажувати паливо доводиться вручну. Твердопаливні котли тривалого горіння вирішують проблему частих завантажень палива, проте не відкидають її повністю.

По-третє, може знадобитися встановлення допоміжного устаткування для більш ефективної роботи.

Оцінити наскільки доцільно буде купити твердопаливний котел можна після зіставлення всіх плюсів та мінусів використання техніки та вихідних умов. Адже якщо площа приміщень велика, а комунікації відсутні, то вибір на користь твердопаливного агрегату є очевидним. Також багато хто купує твердопаливні котли як допоміжне обладнання, у разі перебоїв в основних системах опалення.

1.2 Види твердопаливних котлів, їх характеристика, конструкція, область використання.

Зараз сучасний ринок опалювальних систем пропонує різні типи котлів, які відрізняються не лише ціною, але й призначені для різного палива.

Одним з найпоширеніших видів котлів сьогодні є твердопаливні котли. Для спалювання використовують тверде паливо, наприклад, вугілля, дрова (кущі, обрізки), торф, спеціальні гранули - пресовані брикети з окатишів, які зазвичай отримують з відходів деревини, соломи, торфу.

Тип палива вибирається виходячи з наявності його в певній місцевості. Як правило, такі котли встановлюють там, де немає можливості подати газ. За своєю ціною тверде паливо знаходиться між газом і електрикою. Але іноді, в деяких ситуаціях, це дешевше за них. У будь-якому випадку частка котлів такого типу в експлуатації була невелика. Розглянемо їх конструкцію та особливості.

Традиційний твердопаливний котел – це по суті будь-яка піч з вбудованим баком і підключеним до нього контуром циркуляції води. Така конструкція вже давно використовується в приватних будинках і невеликих печах.

На Рис. 1.1 показаний типовий твердопаливний котел

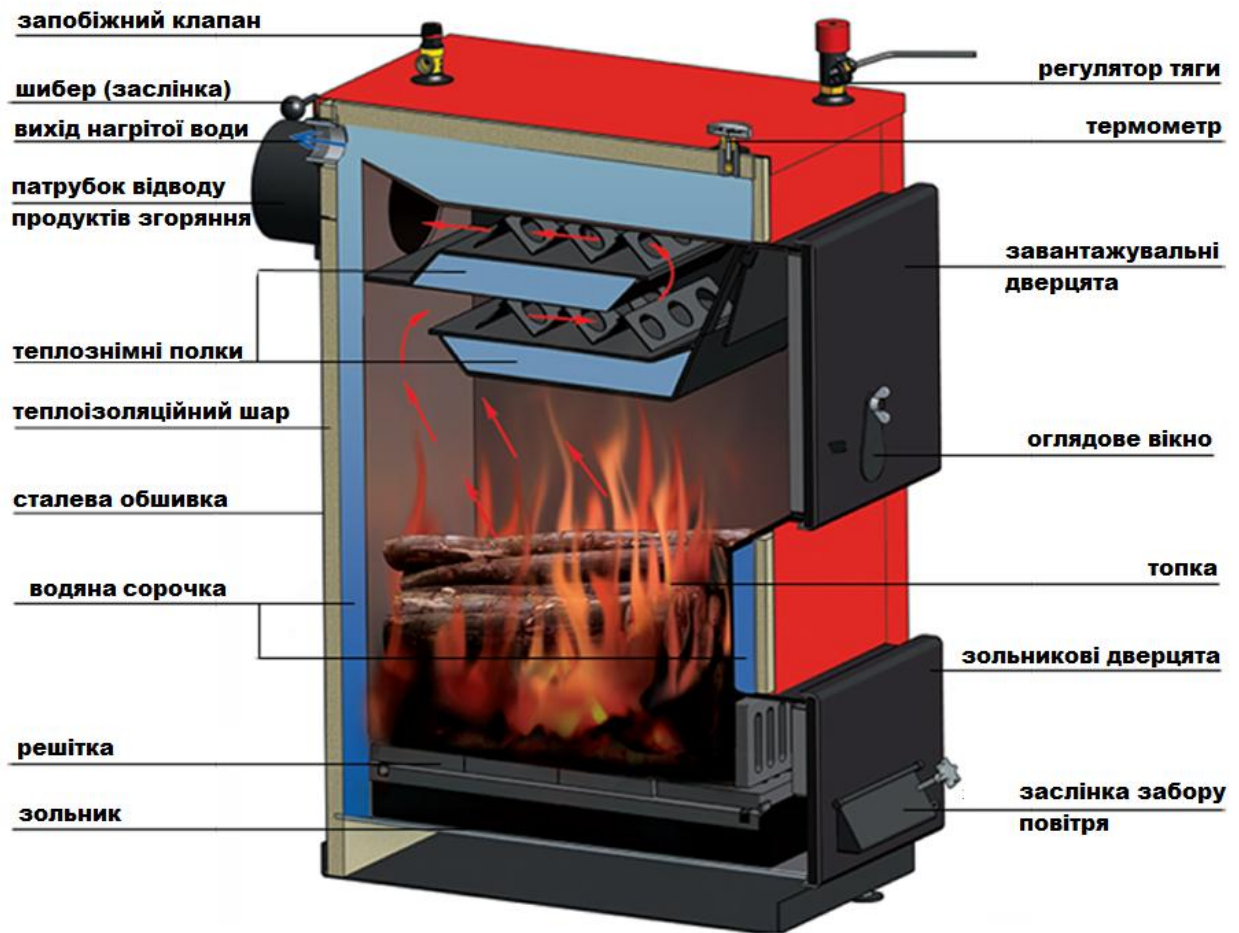


Рис. 1.1. Типовий твердопаливний котел

Іншими словами, принцип полягає в нагріванні води в теплообміннику (нижній частині циркуляційного контуру), що досягається спалюванням твердого палива. Причому форма і розміри теплообмінника можуть бути різними, і зазвичай вони виготовляються зі сталі або чавуну. Останні більш крихкі, але більш міцні та ефективні – адже чавун інерційніший за сталь.

Різниця між сталевими та чавунними котлами.

Котли з чавунними теплообмінниками менш чутливі до жорсткості (якості) води, але пред'являють високі вимоги до температури живильної води.

Якщо в зворотну лінію гарячої системи опалення подається холодна живильна вода, теплообмінник може зруйнуватися через різницю температур. Саме тому підживлювати опалювальну систему необхідно теплою водою.

Сталь - матеріал пластичний, відповідно сталеві котли менш схильні до руйнування від різкої зміни температури. Чавунні теплообмінники набагато масивніші за сталеві. Це збільшує і без того високу інерційність системи опалення, тобто від моменту завантаження дров до моменту опалення будинку проходить більше часу. Чавунні теплообмінники можна чистити рідше: їх ефективність знижуватиметься менше навіть через появу нагару під час роботи. Якщо є котельник, який займається обслуговуванням котельні, сталеві котли будуть комфортнішими для споживача (внаслідок нижчої інерційності).

Якщо споживачеві знадобиться обслуговувати свій котел самостійно, краще буде чавунний котел. Загалом, термін служби чавунного пристрою в даний час довший через більш високу корозійну стійкість чавуну в порівнянні зі звичайною котельною сталлю. Конструкції з чавуну коштують дорожче, але мають менші вимоги до обслуговування та умов експлуатації.

Вид основного палива.

Основне паливо – це паливо, яке дозволяє котлу працювати ефективно і тривалий час без пошкоджень і з максимальною ефективністю.

У чавунних котлах зарядний пристрій оптимізовано під основне паливо. Легко зрозуміти, для якого типу палива оптимізований котел: чавунні котли, які використовують дрова в якості основного палива, мають передні частини з розширеним вікном завантаження та зменшеними поверхнями тепловіддачі. Проблеми можуть виникнути при завантаженні дров з котлів, призначених для роботи на вугіллі зі стандартними передніми секціями, оскільки повнорозмірні колоди можуть не потрапити в завантажувальне вікно.

У сталевих котлах вугілля може бути основним паливом тільки на моделях з чавунними колосниками. Ви можете перевірити решітку, щоб визначити матеріал, з якого вона виготовлена, відкривши дверцята для завантаження чайника. Оскільки розмір завантажувального люка на сталевих котлах більше розміру паливної ємності, то відмінностей в завантажувальних пристроях, пов'язаних з типом палива, немає.

Залежно від способу подачі повітря котли бувають:

1. *Енергозалежні*. В них є вентилятор, який здійснює подачу повітря в камеру згорання, він оснащений електричним приводом. Вентилятор в твердопаливних котлах служить для стійкої подачі повітря в топку котла і дозволяє ефективніше спалювати паливо

2. *Енергонезалежні*. У цих агрегатах повітря подається механічним способом. Котли не підключаються до електромережі і призначені для роботи в системах опалення з природною циркуляцією, яка виконана з ухилами і трубами великого діаметру. У разі відключення електропостачання котел продовжує працювати.

Головні переваги використання твердопаливних котлів:

- Це - так звані котли тривалого горіння, що дають оптимальний рівень тепла з високим коефіцієнтом корисної дії згорання рівним майже 100%;
- Простий в обслуговуванні;
- Дозволяє використовувати не тільки деревину, а й інші види палива;
- Автономність даного агрегату є перевагою для багатьох великих організацій;
- Безпека в користуванні;
- Високий рівень ККД;
- Демократична ціна на сам агрегат і паливо для нього.

Розрізняють *одноконтурні* та *двоконтурні* котли. Перші відповідають лише за тепlopостачання приміщень. Другі, крім обігріву будинку, також забезпечують гаряче водопостачання.

Твердопаливні котли поділяються на наступні основні чотири види: піролізні, котли прямого горіння, тривалого горіння та пелетні.

1.2.1 Пелетні котли

Пелетний котел завоював значну популярність на ринку опалювальних пристроїв. Пелетний котел має безліч переваг, які суттєво відрізняють його від інших твердопаливних котлів.

Пелетні котли – найекологічніші, і легкі в обслуговуванні опалювальні пристрої, що мають можливість легко автоматизувати подачу палива. Загальний принцип роботи пелетного котла заснований на автоматичному завантаженні в камеру згоряння та спалюванні пелет – пресованих гранул з відходів деревини або сільського господарства.

Роглянемо детальніше принцип роботи пелетного котла а допомогою рис 1.2

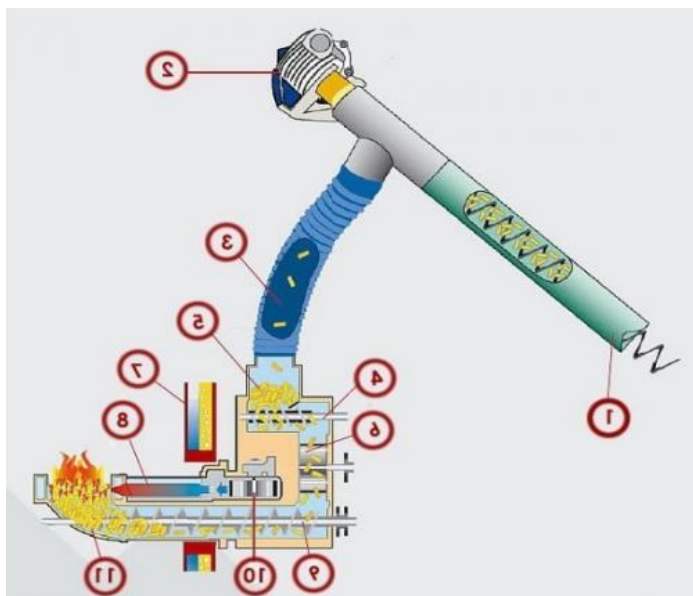


Рис. 1.2 Принцип роботи пелетного котла

Головний шнек подачі палива з бункера (1) приводиться в дію електромотором (2). Піднявши гранули з накопичувальної ємності, шнек скидає їх через гнучкий шланг (3) у дозатор (5), де додатковий шнековий вал (4) відміряє задані програмою порції палива, та скидає їх на пелюстковий клапан (6). Відкриваючись, клапан скидає порцію пелет на шнек подачі (9) в зону горіння (11). Регулювання інтенсивності полум'я в пальнику, яке нагріває теплоносії (7) відбувається завдяки повітроводу (8) та нагрівачу повітря (10).

Можливі невеликі відступи від представленого алгоритму пов'язані з технічними відмінностями котлів різних моделей, але загальний принцип залишається тим самим

Основними елементами, з яких складається опалювальний прилад, є:

- бункер для паливних гранул;
- механізм подачі пелет;
- модуль автоматичного запалювання;
- пальник;
- модуль керування із датчиками температури.

У процесі вдосконалення конструкції було розроблено кілька видів пальників.

Факельний. Згоряння пелет у такому пальнику відбувається в потоці повітря, що надходить з нагрівача, утворюючи факел полум'я від розпеченого вугілля. Температура може досягати 1200С. За такої конструкції наявність проміжної камери дозатора обов'язково.

Переваги:

- невеликі розміри;
- надійна під час експлуатації, проста в обслуговуванні;
- Працює з пелетами низької якості.

Недоліки:

- невелика потужність та низький ККД;
- полум'я має горизонтальну спрямованість, внаслідок чого може статися локальний перегрів елементів конструкцій котла.

На рисунку 1.3 зображено роботу твердопаливного котла тривалого горіння на пелетах з факельним пальником.



Рис 1.3 Твердопаливний котлел тривалого горіння на пелетах з пальником факельного типу

Ретортний пальник. Це чавунна або сталева чаша, надходження гранул, в яку відбувається через центр реторти – знизу, а горіння по всій поверхні. Повітря для горіння подається двома шляхами через центр подачі пелет і через отвори в площині пальника.

Розрізняють 2 типи реторт по конструкції:

- нерухомі – найбільш вимогливі до якості палива, особливо його вологості.
- рухливі (оборотні) – спалюють пильне паливо, агропелети, вологу тріску.

Переваги:

- висока потужність;
- високий ККД.

Недоліки:

- великий розмір;
- складна конструкція (особливо у оборотних);
- високі вимоги до якості гранул.

Розглянемо схему роботи даного твердопаливного котла тривалого горіння на пелетах з реторним пальником на рис. 1.4.

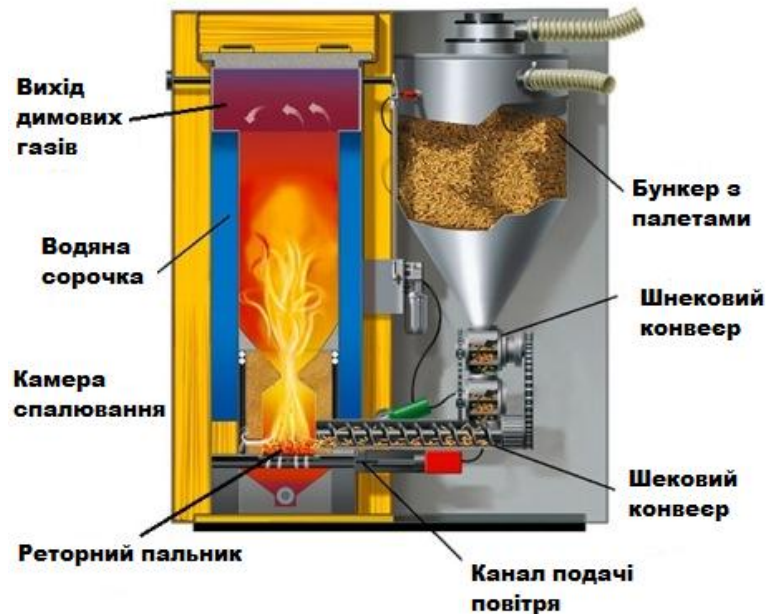


Рис. 1.4 Схема роботи твердопаливного котла тривалого горіння на пелетах з реторним пальником

Важливими елементами у роботі котлів на пелетах є типи подачі паливних гранул.

Шнекова подача. Найбільш поширений та надійний, але не ідеальний тип. Використання жорсткого шнека хоч і гарантує надходження палива в котел, але при довжині понад 2 м більшість гранул занадто перемелюється. Якщо бункер віддалений від котла або отвір подачі знаходиться не на одному рівні з пальником, конструкція подачі значно ускладнюється. Необхідний ще один шнек подачі пеллет безпосередньо в котел, передавальна камера, модуль сполучення електромоторів і система протипожежного захисту від зворотної тяги. Можливе використання ланцюгової подачі для попередньої доставки. За такого типу гранули не пошкоджуються, але виробляється багато шуму.

Гнучкі шнеки з полімерними трубами подачі - це невибаглива, хоч і менш надійна система. Відстань до бункера може бути збільшено до 12 м.

Допускається згинання труби до 45 градусів з недоліків можна помітити складнішу і ретельнішу систему фіксації труби, що подає.

Пневмоподача. При використанні гнучких шлангів дальність бункера зберігання збільшується до 80 м, але при такому способі необхідний потужний компресор.

Переваги установки котла на пелетах:

- економічне паливо, згоряє повністю, має високу тепловіддачу;
- не потрібен дозвіл на установку - не доведеться звертатися до інстанцій;
- не потрібні газопроводи або цистерни для зберігання дизпалива – пелети можна зберігати у будь-якому сухому місці;
- високий ККД - виробники заявляють ККД для котлів на пелетах більше 90% (деякі навіть 95%);
- Тривалість горіння в котлі не обмежена (потрібно просто підсипати пелети в паливний бункер);
- екологічність палива – пелети виготовляються з відходів деревини, лушпиння насіння та інших відходів сільського господарства; при згорянні в атмосферу викидається мінімум шкідливих речовин та CO₂;
- деревина є поновлюваним ресурсом;
- автоматизоване завантаження палива; можливість завантажити бункер на кілька днів;
- чисте паливо – не забруднює приміщення, повністю згорає та не утворює золу; невелику кількість сажі можна використовувати як добрива;
- сажі утворюється мало, що зменшує витрати на обслуговування (чистку) топки та димоходів.

Недоліки пелетних котлів

- Досить висока ціна. Вона останніми роками знижується, але все одно перевищує вартість газових та електричних аналогів. Вартість пелетного котла вдвічі вища, ніж газового тієї ж потужності. Але є окремі пальники, які можна встановлювати в існуючий твердопаливний котел.

- Необхідність у постійному догляді. Весь опалювальний період щотижня потрібно чистити теплообмінник. Щоправда, це стосується застарілих моделей. У сучасних пристроях передбачено функцію автоматичного очищення. Та й частота такої роботи безпосередньо залежить від якості пелетів.

- За відсутності складу з автоматичною подачею пелет потрібно не рідше одного разу на тиждень бункер, залежно від його розмірів, завантажувати вручну. Але це загальна недолік всіх твердопаливних пристроїв.

- Необхідність у досить великому сухому приміщенні для зберігання пелет. Навіть для найменшого котла на 10 кВт за відгукami потрібно 2 кг/годину або 2 мішки по 25 кг пелет на добу, тобто на місяць необхідно близько півтори тонни пелет, а їх потрібно зберігати в сухому приміщенні або ємності великого обсягу. Щоправда, екологічна безпека та відсутність запахів у пелетах дозволяє використовувати цей обсяг в інших цілях у теплу пору року.

- У віддалених районах можуть бути ускладнення із закупівлею якісних пелет, їх доставкою та сервісним обслуговуванням імпортного обладнання.

- Наявність складної автоматики, що зменшує надійність роботи котла

Область застосування пелетних котлів надзвичайно широка. Їх успішно використовують для опалення приватних домоволодінь, житлових будинків і навіть виробничих та промислових об'єктів. Досвід закордонних інженерів довів, що котли опалення на пелетах – це вигідно, зручно, безпечно та екологічно. Недарма уряди таких країн, як Німеччина,

Данія, Швеція, Норвегія та інших європейських держав розробляють цілі програми для того, щоб поступово перевести опалення в приватних будинках із застарілих твердопаливних та рідкопаливних опалювальних котлів на більш сучасні та екологічні аналоги.

1.2.2 Піролізні котли

Досить нещодавнім винаходом став піролізний котел, його часто називають газогенераторним (рис.1.5). Але за короткий час прилад став популярним завдяки тому факту, що для його успішної роботи не потрібні газові магістралі. Це відмінний економічний варіант для просторих заміських будинків, він має дві камери горіння і як паливо можна використовувати звичайну деревину.

Котел має високий показник ККД завдяки тому, що під впливом високої температури дрова починають горіти і утворюється піролізний газ, який потрапляє в камеру спалювання, де змішується з повітрям. Таким чином, відбувається процес спалювання як самого газу, так і деревного вугілля.



Рис. 1.5 Піролізний котел

Піролізний котел опалення, як і всі твердопаливні котли, складається з камери згоряння і водяної сорочки. Загальна схема твердопаливного опалювального котла, до яких відноситься піролізний котел опалення, передбачає, що камера згоряння розділена на дві частини:

- верхня камера. Призначена для реакції піролізу паливного матеріалу при температурному режимі $+200 - +800$ градусів. В результаті цього

відбувається утворення деревного вугілля та природного газу, що складається з CO з домішками CO₂;

- нижня камера. До неї з верхнього відділення надходить піролізний газ, змішаний з повітрям: результатом його згоряння при температурі +1100 – 1200 градусів є утворення великої кількості тепла. Отримана енергія використовується для нагрівання води та теплоносія (рис.1.6).

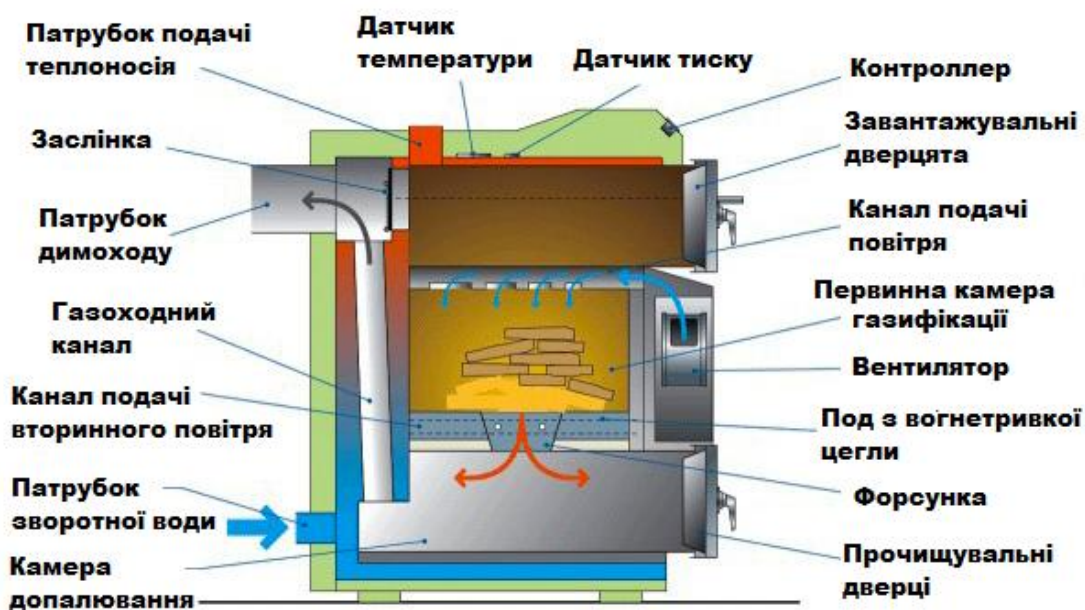


Рис.1.6 Схема роботи піролізного котла

Є різні моделі цих котлів. Наприклад, більш сучасні види багатофункціональні та оснащені тепло-електронагрівачем, функція якого – регулювання часткового процесу горіння, а не повного обсягу закладеної деревини. Тобто, немає необхідності регулярно підкидати дрова, достатньо, наприклад, вранці помістити тверде паливо в конструкцію і вона сама автоматично перекидатиме його.

Піролізні котли поділяються на дві категорії за вимогами до палива:

- До першої категорії відносяться піролізні енергонезалежні котли, досить вибагливі до палива, що використовується. Вологість деревини має перевищувати 25%. Макулатуру, хмиз, деревну тріску, відходи кори, ДСП - заборонено використовувати в енергозалежному типі.

- Друга категорія — утилізатори відходів деревини споживають і торф, і деревину, і вугілля. Вологість палива може бути не більше 50%.

Ще одна відмінність котлів полягає в матеріалі теплообмінника:

- Чавунний теплообмінник розрахований на 20 років роботи, але боїться швидких перепадів температури у топці. У цих умовах чавун потихеньку руйнується.

- Сталевий теплообмінник прослужить не більше 13 років через нестійкість до корозії. Але він не боїться різких стрибків температур.

Переваги піролізних котлів:

- ККД піролізного котла дуже високий і становить 85-95%.
- простота обслуговування. Завдяки наявності автоматизації робота обладнання вимагає нагляду людини. Завантаження палива також дуже зручне
- її проводять раз на 10-15 годин (це в 2 рази рідше, ніж у випадку з традиційними твердопаливними моделями). Практичність. У регіонах, де відсутні газові магістралі, твердопаливний котел піролізного типу є найбільш практичним рішенням для організації автономного опалення.

- екологічна безпека. Після згоряння палива практично не залишається золи в топці та димарі. Гази, що виділяються в процесі горіння, не містять токсичні компоненти, а в процесі роботи газогенератора концентрація CO₂ в 3 рази нижче, ніж у випадку зі стандартним твердопаливним котлом. Як наслідок, забруднення навколишнього простору зведено до мінімуму;

- висока швидкість нагрівання. Піролізний котел швидко прогріває приміщення;

- головною позитивною властивістю піролізного котла опалення є мінімальна кількість сажі при горінні. Також горіння піролізного газу виділяє порівняно меншу кількість шкідливих речовин, що виділяються в атмосферу. Піролізний котел опалення можна визначити по білому, а не чорному диму, що піднімається з димоходу.

Недоліки використання піролізних котлів:

- вони залежать від електроенергії. Для безперебійної роботи знадобиться встановлення блоку живлення ;
- деревина з вологістю понад 20% зменшує ККД агрегату;
- малі завантаження створюють відкладення дьогтю в газоходах;
- поява конденсату створює корозію металу, тому зворотну температуру води не можна опускати нижче за 60oC;
- неможливо забезпечити автоматичне завантаження дров;
- висока вартість на відміну від звичайних твердопаливних конструкцій.

Піролізні котли використовуються в різних сферах:

- житлові приміщення, причому це можуть бути як будинки приватного сектора, де люди проживають постійно, так і будинки, в яких потрібне лише сезонне опалення. Така система цілком безпечна і не вимагає особливого нагляду, лише періодична перевірка;
- приміщення виробничого типу, проте, дуже важливо врахувати площу приміщення, щоб було забезпечена необхідна температура у кожному куточку;
- у приміщеннях сільського господарства також використовуються котли такого типу, наприклад, для опалення теплиць.

1.2.3 Котли тривалого горіння

Завдяки місткій камері завантаження і спеціальній технології спалювання палива, котли тривалого горіння (КТГ) мають найтриваліший період безперервної роботи. Котел опалення на твердому паливі тривалого горіння може підтримувати горіння протягом 30 годин, якщо в топку закладені дрова, та 5 діб, якщо використовується вугілля. Сьогодні найбільшою популярністю користуються два різновиди КТГ – шахтні котли нижнього горіння та котли верхнього горіння (Stropuva).

Принцип роботи КТГ - це одночасне горіння лише обмеженої кількості палива в камері. Ця особливість стала основною причиною того, що цей тип теплогенераторів може працювати на одному завантаженні більше доби. Поки

горить невеликий обсяг палива, він забезпечує необхідним теплом систему опалення, у цей час більша частина пального просто чекає своєї черги на спалювання. Зона горіння поступово переходить до наступної частини палива, у міру згоряння попереднього шару.

Котли верхнього горіння - такий вид котлів, в яких горіння палива відбувається зверху вниз, за рахунок чого на одній закладці палива досягається більш тривалий і рівномірний прогрів теплоносія. Котли з горінням верхнього шару зазвичай мають циліндричну форму і мають спеціальну телескопічну трубу для подачі повітря. В результаті того, що в процесі роботи горіння протікає у верхній частині камери, додати нову партію палива можна тільки після повного згоряння попередньої закладки. Оскільки залишки палива зазвичай догорають з меншою тепловіддачею, ніж потрібно для повноцінного функціонування системи опалення, неможливість докладання дров або вугілля в процесі роботи котла може стати причиною тимчасового зниження температури в будинку нижче за комфортні значення. Необхідна деталь конструкції циліндричних теплогенераторів верхнього горіння, телескопічна труба постійно знаходиться в зоні максимально високої температури. Так як труба складається з декількох рухомих елементів, вона значною мірою вразлива і періодично виходить з ладу. При інтенсивному використанні опалювальної системи телескопічний канал подачі повітря потрібно буде міняти раз на 2-3 роки.

Більш продумана та ефективна конструкція у шахтних котлів тривалого горіння *нижнього шару*. Для ефективного спалювання палива в котлах цієї серії повітря подається у верхню, передню та нижню зони горіння. Між ними знаходиться зона відновлення, з якої проходить відбір розпечених газів, проходячи через повітряну завісу підпалюються та згорають. У нижній частині камери згоряння паливо газифікується за прямим процесом, а у верхній - за зворотним. Присутність нижньої зони горіння дає можливість підтримувати більш високу температуру зони відновлення порівняно з котлами, що працюють за типом зворотної газифікації, адже температура газів на виході з

двухзонної камери (перед підпалом) вища (до 700°C), ніж у камерах зворотного типу (400) ...500°C). Завдяки цьому розклад продуктів сухої перегонки палива (крекінг смол тощо) відбувається досконаліше. Це є відмінним рішенням для вологого палива. В результаті, в котлах цієї серії відмінно горить навіть свіжа тирса вологістю до 60%. Істотно зменшено відкладення золи на стінках котла та покращена чистота спалювання (чистий теплообмінник), що дозволяє витримувати стабільно високий ККД (83-93%). Тут паливо спалюється у нижній частині закладки, що дозволяє у будь-який момент роботи теплогенератора виконати докладку палива до камери завантаження. Ця обставина істотно впливає на ступінь зручності використання системи опалення. З таким котлом немає потреби підлаштовуватися під час роботи теплогенератора, пристрій можна експлуатувати практично безперервно.

У шахтних твердопаливних котлів вікна великих розмірів, що дозволяє дуже зручно проводити як завантаження палива, так і очищення стін теплообмінника. Досить популярна конструкція споживачів.

На рис. 1.7 зображено порівняльну характеристику нижнього горіння та шахтного котла на прикладі Терміко (верхнього горіння) та циліндричного котла.[13]

Шахтный котел Termico КДГ или цилиндрический котел?

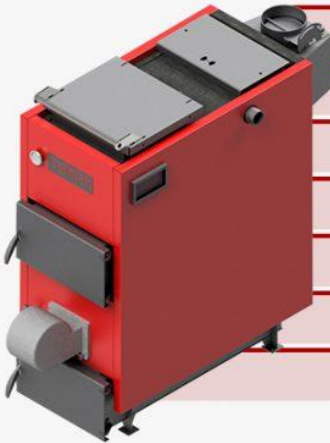
																							
	<table border="1"> <tr> <td>85%</td> <td>КПД</td> <td>78%</td> </tr> <tr> <td>24 часа</td> <td>Реальное время горения на одной закладке дров</td> <td>18 часов</td> </tr> <tr> <td>В любое время</td> <td>Возможность дозагрузки топлива</td> <td>После полного прогорания</td> </tr> <tr> <td>3 штуки</td> <td>Наличие теплообменника</td> <td>Нет</td> </tr> <tr> <td>50-53 см.</td> <td>Длина дров</td> <td>35-40 см.</td> </tr> <tr> <td>150 градусов</td> <td>Температура выходных газов</td> <td>220 градусов</td> </tr> <tr> <td>Да</td> <td>Возможность работы без электричества</td> <td>Нет</td> </tr> </table>	85%	КПД	78%	24 часа	Реальное время горения на одной закладке дров	18 часов	В любое время	Возможность дозагрузки топлива	После полного прогорания	3 штуки	Наличие теплообменника	Нет	50-53 см.	Длина дров	35-40 см.	150 градусов	Температура выходных газов	220 градусов	Да	Возможность работы без электричества	Нет	
85%	КПД	78%																					
24 часа	Реальное время горения на одной закладке дров	18 часов																					
В любое время	Возможность дозагрузки топлива	После полного прогорания																					
3 штуки	Наличие теплообменника	Нет																					
50-53 см.	Длина дров	35-40 см.																					
150 градусов	Температура выходных газов	220 градусов																					
Да	Возможность работы без электричества	Нет																					
Termico КДГ 20 кВт		Известный цилиндрический котел 20 кВт																					

Рис 1.7 Порівняння твердопаливного котла верхнього та нижнього типу горіння

Переваги котлів тривалого горіння:

- Тривалий період роботи на одній закладці (12-31 година на дровах, 2-6 діб на вугіллі);
- високий ККД (80-90%);
- Котли дуже надійні, тому що не мають складної автоматики.

Недоліки котлів тривалого горіння:

- Котли чутливі до температури теплообмінника більшою мірою, ніж традиційні твердопаливні котли;
досить висока ціна на дані котли;
- Не завжди наддув справляється з спалюваним попелом. Його велика кількість викликає падіння тепловіддачі котла. У дров'яних котлах з природною циркуляцією повітря і зовсім доводиться постійно тримати кочергу поруч;
- Знаходяться прямо в полум'ї опорна балка і диск, що відтинає зону горіння твердого палива від області, де допалюються летючі компоненти, порівняно швидко згорають;
- Паливо великої фракції, в тому числі нерозколенні дрова, небажано: в цьому випадку важко забезпечити горіння палива тільки зверху. Вологе паливо теж не підходить для цих котлів.

Сфера використання твердопаливних котлів тривалого горіння досить велика. Їх використовують як у будинках індивідуальної споруди, так і на підприємствах, у школах, медичних установах. Тим більше, даний вид котлів можна використовувати навіть на підприємствах, що займаються деревною обробкою, адже її можна використовувати для палива. Це дає можливість не лише утилізувати відходи виробництва, але й непогано заощаджувати на опаленні. [1]

1.2.4 Котли прямого горіння

Класичний твердопаливний котел має найпростішу конструкцію. Він може працювати на дровах і вугіллі (вугілля краще, тому що повільніше горить).

Незважаючи на те, що вони помітно поступаються досконалішим конструкціям які ми перераховували вище, дані котли продовжують користуватися попитом. Основною причиною цього є їх низька вартість.

Пристрій класичного твердопаливного котла опалення виглядає наступним чином (рис. 1.8):

- корпус із сталі або чавуну;
- топкова камера;
- поверх камери – теплообмінник, яким циркулює теплоносій;
- димар;
- зольник.



Рис. 1.8 Класичний твердопаливний котел прямого горіння

В загальному, робота котла прямого горіння починається з процесу завантаження палива. Це може бути як вручну, так і автоматично. Останній варіант котлів відноситься до енергозалежних систем, тому що тут у роботу включається автоматика, яка живиться від електромережі. Завантаження палива проводиться в камеру топки, яка закривається дверцятами. Внизу камери знаходяться колосники. Вони виконують дві функції: відсів золи і залишків палива, що не перегоріли, подача кисню для підтримки реакції горіння. Колосники виконуються із сірого чавуну (сплав заліза та графіту), що

гарантує їх довговічність та вогнестійкість. Розпалювання котла також може проводитися як вручну, так і за допомогою вбудованого газового пальника.

Тепло від реакції горіння передається теплоносію, який циркулює теплообмінником. Для кращого розуміння роботи котлів прямого горіння розглянемо Рис. 1.9.

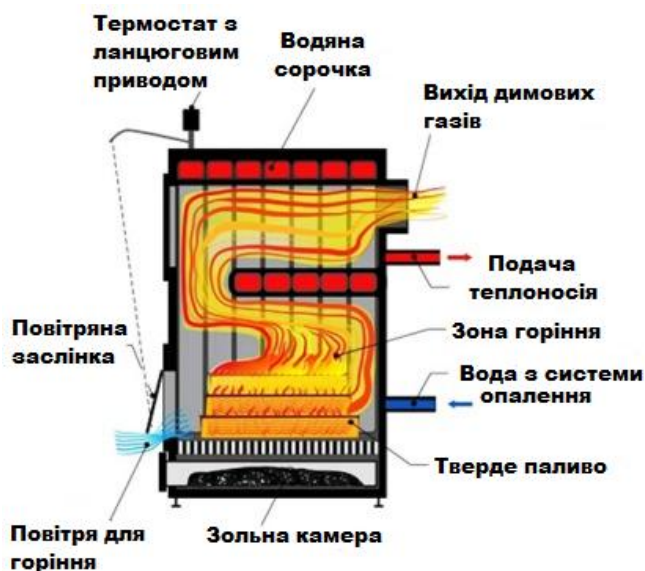


Рис 1.9 Схема твердопаливного котла

У свою чергу енергозалежні котли розрізняють такі типи:

- газові;
- електричні установки;
- твердопаливне та рідкопаливне обладнання;
- комбіновані моделі.

До основних характеристик енергозалежних котлів можна віднести:

- малий та середній рівень потужності (від 10 до 30 кВт);
- необхідність у малому тиску газу та води;
- споживана енергія від 65 Вт та більше;
- розширювальний бак, що досягає 10 літрів та більше;
- нагрівання води – до 25 літрів за хвилину.

Розглянемо також основні переваги енергонезалежних котлів:

- такі агрегати не потребують електроживлення. І це їхній основний

ПЛЮС.

- вони прості та безпечні. Це найпростіший агрегат, проте що функціонує не на твердому паливі або рідкому, а на найдешевшому – газовому.

- також конструкція немає електричних насосів, тому дуже тихо працює.

- на ринку представлено вже давно. Їх схема та конструктивні особливості добре відпрацьовані на практиці

Загалом, всі котли прямого горіння мають також і недоліки:

- Низький ККД у порівнянні з котлами тривалого горіння.
- Недовгий час горіння: не більше восьми годин роботи на одній закладці.
- Через неоптимальний процес горіння з'являється підвищена зольність.
- Опалювальні режими погано піддаються автоматизації. [1]

1.2.5 Провідні виробники українських твердопаливних котлів

Історія виробництва твердопаливних котлів в Україні налічує не один десяток років. Ще з радянських часів працюють Старобільський, Красилівський, Коростенський, Зміївський, Житомирський заводи твердопаливних котлів. Звичайно, сьогодні всі ці підприємства пробрендовані. У зв'язку зі стабільним зростанням цін на газ також стабільно з'являються нові українські виробники твердопаливних котлів. Кожен із новоявлених виробників вибирає собі пріоритети. Одні прагнуть лише зниження цін, що зрештою позначається як кінцевого продукту. Інші залучають іноземні інвестиції та технології, роблять ставку на якість, функціональність, асортиментний ряд.

Зараз можна з упевненістю говорити, що українські котли вже перевершують закордонні аналоги. Це можна з впевненістю говорити завдяки найпопулярнішим вітчизняним виробникам які ми опишемо в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

<i>Марка</i>	<i>Виробник</i>	<i>Основні характеристики</i>	<i>Ціна</i>
Kordi	Красилівський завод машинобудування	Котли відносяться до групи прямого горіння. На практиці він випробуваний жителями заходу України (в основному топка дровами) та сходу країни (топка вугіллям). Котли Kordi виготовлені на високоточному, технологічно-просунутому обладнанні, в заводських умовах. Це підвищує якість та, як наслідок, затребуваність виробів на вітчизняному та зарубіжному ринках опалювальної техніки.	Коливається від 7 тис. грн до декількох десятків тисяч.
Alter	Завод Альтеп у Чернігові	класичний універсальний котел, який виготовляється з 2003 року. Котли Alter абсолютно енергонезалежні, не потребують підключення до мережі електричного струму. ККД котлів Альтеп - 83-90% (залежить від виду палива, що використовується). У деяких моделях патрубків димоходу може бути	Ціна стартує від 10 тис. грн.

		горизонтальним або вертикальним. Тип завантаження палива – передній. Товщина металу – стартує від 5 мм. Термін служби обладнання – понад 20 років. Можуть комплектуватися автоматикою та вентилятором.	
BIZON	Завод BIZON в Черкаській області м. Корсунь-Шевченківський з 2008 р.	Котли верхнього горіння. Обладнання мають зручну циліндричну форму та об'ємний бункер завантаження. Котел може бути з ручним або автоматичним припливом повітря. На 1 завантаженні котел здатний обігрівати приміщення від 16 годин (соснові дрова), до 36 годин (дрова твердих порід), а на вугіллі – до 5 діб.	від 12 тис. грн. і може бути близько 90 тис. грн.
KRAFT	Київський завод «KRAFT»	Крафт має широку лінійку потужностей та різновидів. Зараз дуже популярні класичні моделі із фронтальним завантаженням. У таких виробках мінімізовані викиди диму в момент завантаження. Котли бренду КРАФТ виготовляються з якісного металу завтовшки не менше	Від 13 тис. грн

		5 мм. Зовні обшиті захисним кожухом, під яким покладено базальтовий утеплювач.	
KOTLANT	Чернігівський завод «Котлан»	Європейський котел від українського виробника. Надійний, якісний та довговічний опалювальний прилад. Може працювати автономно. Лінійка даних котлів включає котли потужністю від 10 до 500 кВт. Котел працює на 1 закладці палива: вугілля – до 48 годин, дрова – до 5-9 годин, пелети – до 10 годин, брикети – до 12 годин.	Коливається від 7 тис. грн до декількох десятків тисяч.
Marten	Новий завод у м. Первомайський, Харківська область.	Опалювальне обладнання тривалого горіння. В арсеналі заводу є котли потужністю: 12 - 80 кВт, що дозволяють опалювати приміщення до 1000 кв. м.	Від 19 тис. грн. і може досягати декілька сотень тис. грн.
TERMICO	Завод Терміко в Прилуках	Котли потужністю 10-50 к. вт. ККД до 90% на сухому паливі. Час горіння котла до 4 діб на вугіллі та стабільні 24 години горіння на будь-яких дровах. Котел дозволяє експлуатацію на пелеті. У процесі	Від 15 тис. грн. до декількох десятків тисяч гривень

		роботи горить лише нижній шар палива, а верхній шар опускається на місце, того що прогорів під власною вагою.	
--	--	---	--

Популярними марками закордонних котлів є:

- Fасі (Італія) Серія сталевих водогрійних котлів Есо включає шість моделей номінальною потужністю від 33 до 152 кВт, у тому числі дві моделі потужністю понад 100 кВт – Есо-7 (105 кВт) та Есо-10 (152 кВт). Котли Есо розроблені для спалювання пелет та інших видів подрібненого твердого палива, включаючи шкаралупу мигдалю, шишки та деревну тріску.

- Buderus Logano G221-25 – німецькі котли для будівель площею до 250 кв.м., відрізняються високим ККД (85%), об'ємною топкою та надійністю. До котла легко підключається додатковий насос і модуль gsm дистанційного керування для забезпечення максимально економічної роботи обладнання;

- STROPUGA S40 – ефективний котел тривалого горіння, завантаження палива вистачає на 70 годин. Призначений для будівель площею до 400 кв.м., має сталевий теплообмінник та компактні розміри;

Українські твердопаливні котли твердо займають нішу недорогого та надійного обладнання. Оскільки завод знаходиться в Україні, покупець обладнання отримує такі переваги:

- невисока ціна за рахунок наявності вітчизняних виробників металу та невисокої вартості робочої сили;
- менші терміни постачання, часто наявність готової моделі вже складі заводу;
- адаптація твердопаливного котла до вітчизняного палива, води, експлуатації;

- при необхідності ремонту простіше замовити необхідні запчастини та знайти спеціаліста з монтажу;
- українська продукція має всі необхідні сертифікати та інструкції українською.[5]

1.3 Особливості експлуатації твердопаливних котлів

У зв'язку з переходом українського споживача на опалення твердим паливом все частіше виникають питання тривалості горіння котла на одному завантаженні. На сьогоднішній день споживачі звикли користуватися комфортним опаленням на природному газі, тому часто виникають такі питання як тривалість горіння та комфортність використання опалювального приладу.

Для того щоб твердопаливний котел працював безпечно та ефективно, при його експлуатації слід дотримуватись загальних правил:

- Встановлювати лише на вогнетривкі матеріали. Під основу пристрою слід прокласти металевий лист товщиною 0,6-1 мм із підкладкою з азбестового або базальтового картону завтовшки не менше 3 мм. Причому металевий лист повинен бути не тільки під самим пристроєм, а й виступати з лицьового боку на 0,5 м.

- Не використовувати для розпалювання горючі рідини.
- Перед розпалюванням провітрити топку протягом 10-15 хвилин.
- Тримати дверцята топки під час експлуатації щільно закритими.
- Не залишати на тривалий час без нагляду.
- Проводити періодичне очищення димарів.
- Після закінчення опалювального сезону змащувати рухомі частини механізмів пристрою графітним мастилом.

В наступних підрозділах розглянемо детальніше особливості, які необхідно враховувати під час експлуатації даних котлів.

1.3.1 Якість палива

При експлуатації твердопаливних котлів важливим елементом є якість палива.

Під час вибору палива треба пам'ятати про такі закономірності:

- чим нижча якість палива, тим більший потрібний димовідвод;
- чим вище вміст золи, тим частіше утворюватиметься попіл.

З усіх видів твердопаливних котлів найбільш поширені системи закритого типу. Опалювальний твердопаливний котел із закритою топкою ефективніший, ніж котли з відкритим типом горіння. У ньому полум'я горить за дверцятами в обмеженому просторі і, оскільки вогонь горить усередині котла, швидкість горіння вогню легше контролювати, оскільки все повітря, що подається в топку, подається через клапан термостата. Крім того, що термостат можна керувати в ручному режимі, його також можна налаштувати на автоматичну роботу. З метою забезпечення безпеки дуже важливо регулярно перевіряти, що прилад регулярно очищається, оскільки сажа та попіл накопичуються і можуть блокувати димоходи.

Щоб отримати максимальну віддачу від котла, необхідно купувати тільки найкраще паливо. Адже ефективність його спалювання безпосередньо залежить від безлічі факторів, наприклад, виду деревини, вмісту вологи, зольності, насипної щільності, тощо (рис.1.10).



Рис.1.10 Доступні види твердого палива

Тому що якість гарячої води, що виробляється, регулюється використанням паливом. Прилад не може змінювати кількість тепла, що виділяється паливом. Заповнювати топку треба до максимального обсягу. Щоб швидше нагріти воду в котлі, паливо має торкатися поверхні котла, тому

неповне заповнення топки є уявною економією і призведе до невтішних результатів.

1.3.2 Зміна палива

В свою чергу зміна палива, як це часто відбувається через зміну кон'юнктури ринку, загрожує значним зниженням не тільки ефективності, а й ресурсу роботи обладнання, передчасним виходом його з ладу.

При цьому дуже ймовірно надмірне утворення та спікання золи. Наприклад, такий параметр, як температура плавлення золи для деревини становить близько 1100°C (тому температура горіння у котлі підтримується лише на рівні до $950\ldots 1000^{\circ}\text{C}$), а соломи – температура плавлення значно нижчі – $750\text{--}800^{\circ}\text{C}$. Тому завантаження соломи (або пелет з неї) в твердопаливний котел, спочатку сконструйований і розрахований на спалювання деревного палива, призводить до такого, вкрай небажаного явища, як спікання золи (рис. 1.11). При цьому шлак, що утворюється, «забиває» топку і систему золовидалення, створюючи додаткові механічні руйнування внутрішніх частин котла і систем. Він прилипає до шамоту і колосникам, призводячи до руйнування котла, через збільшення різниці температур на внутрішніх поверхнях (неправильним температурним перепадам у різних зонах). Таким чином, обладнання передчасно виходить із ладу.



Рис. 1.11 Зола, що спеклася через неправильну зміну палива

Приклад переходу з одного палива на інше – твердопаливний котел, встановлений на одному українському підприємстві. Спочатку обладнання

було розраховане на спалювання подрібнених деревних відходів (тріски), а потім, з метою економії, перейшли на відходи сільгосппереробки – кукурудзяні качани. Це призвело до недогару палива та спіканню золи (рис. 1.12)



Рис. 1.12 Проблеми зі спалюванням відходів сільгосппереробки

1.3.3 Утилізація золи

Питання утилізації золи, що утворюється при спалюванні твердого палива, в нашій країні поки що, на жаль, практично не приділяється належної уваги (рис. 1.13). Широко поширена думка про те, що золу можна використовувати як сільськогосподарське добриво. Частково це вірно але лише для побутових котлів і подової золи від промислового обладнання.



Рисунок 1.13 Великі викиди золи від роботи твердопаливних котлів

Особливо токсичним для людського організму є дрібнодисперсний пил, що уловлюється (за допомогою рукавного фільтра або електрофільтра) з газів, що відходять.

1.3.4. Постійне відстеження температури в системі опалення

Горіння дров (багаття) досить некерований процес, температуру якого дуже проблематично контролювати. Частково питання вирішується додатковими допоміжними пристроями, а саме:

- Механічним регулятором тяги – виконує функцію механічного відкривання заслінки подачі повітря залежно від заданої температури теплоносія у котлі. Принцип заснований на тому, що при подачі повітря в топку котла горіння збільшується, тим самим піднімається температура в топці, а відповідно і в системі опалення.

- Електронним регулятором з турбіною піддува повітря в топку котла - принцип той же, але управління відбувається за рахунок електронного регулювання включення, вимкнення турбіни, так само плавний набір обертів вентилятора (турбіни) в залежності від необхідності (керує електронний процесор). Перевага цього виду обладнання, це більш точне регулювання температури котла.

Підсумуємо. При відкритті заслінки піддуву повітря в топці або нагнітанні повітря в топку вентилятором ми підвищуємо температуру горіння, а також прискорюємо згоряння палива, при закритті заслінки або вимкненні вентилятора процесором ми припиняємо повністю або частково подачу кисню для горіння котла. Що відбувається у такому разі? Ми хіба що «придушуємо» котел, саме горіння перетворюється на процес тління, температура падає, паливо поступово згасає. Регулювання як в механічному, так і в електронному регуляторі дозволяє задати температуру теплоносія від 20 до 90 градусів . Наприклад якщо встановити 20 градусів наше паливо просто згасне, тому що подача повітря не почнеться, доки температура в системі опалення не впаде до 20 градусів.

1.3.5 Об'єм води у системі опалення. Проектування та монтаж самої системи опалення

Підбір та планування монтажу твердопаливного котла мають проводитися компетентними фахівцями саме у цій сфері. Варто зауважити, що

системи, що працюють на твердому паливі, є специфічними, і не можна проводити аналогію із системами, що працюють від газу.

При підборі обладнання слід насамперед враховувати обсяг води у системі. Тут враховується чимало факторів, що впливають на якісну роботу опалювального обладнання:

1. Товщина стін приміщення
2. Матеріал стін приміщення
3. Утеплення стін приміщення
4. Загальна площа скління приміщення
5. Тип радіаторів опалення (сталь, алюміній, чавун)
6. Потужність самих радіаторів для кожного приміщення
7. Висота стелі
8. Виконання та утеплення підлоги в приміщенні
9. Тип твердопаливного котла
10. Загальні тепло втрати будівлі
11. Наявність додаткових джерел тепла у будівлі
12. Географічне розташування будівлі
13. Тип передбачуваного палива (виходячи із найгіршого варіанту)
14. Похибка на погодні умови у цьому кліматичному полі

1.3.6. Максимальна залежність від електроенергії в окремих системах опалення

Котел на твердому паливі може встановлюватися в два типи систем:

- Відкрита система опалення
- Закрита система опалення

У відкритій системі зазвичай особливих проблем не виникає - вода по трубах і радіаторах тече за рахунок гравітації, природним чином, за рахунок ухилів труб усередині приміщення. Відкритий розширювальний бак у верхній точці має на увазі відсутність тиску, а при закипанні теплоносія не створює жодних неприємностей. Також споживач залежить від наявності електроенергії, так як вода пересувається трубами без використання насосів.

Зворотна ситуація при закритій системі опалення – теплоносієм тече по трубах лише за рахунок роботи насоса, а розширювальний бак закритий (мембранного типу). Так само дана система працює під тиском (не менше 1,5-2 атмосфери).

Через залежність від електроенергії та задля уникнення раптового її вимкнення, встановлюється джерело безперебійного живлення, яке при відключенні світла миттєво перемкне насос на живлення від акумулятора, тим самим залишивши систему опалення працездатною на час ємності акумулятора (від 1 до 8 годин).

1.3.7 Зберігання та використання запасів палива

І ще один важливий момент у плані безпеки стосується особливостей зберігання твердого палива. Справа в тому, що при складуванні навалом, наприклад, деревної тріски, всередині підвищується температура внаслідок життєдіяльності грибків та інших мікроорганізмів. Подальший підйом температури відбувається внаслідок окисних реакцій та реакції розпаду деревини, що протікають із виділенням тепла. Це, у свою чергу, може призвести до самозаймання палива. Тому важливо дотримуватись правил зберігання і не перевищувати встановлених норм.

Для зберігання палива як правило використовують два приміщення – основне сховище та зберігання у безпосередній близькості від котла.

Основний склад запасів палива повинен бути об'ємним (як правило має вистачити на зиму), сухим, там не повинні показники вологості перевищувати норму, не слід забувати і про протипожежні заходи.

Окреме місце має бути виділене для дрібніших дров, призначених для розпалювання котла.

Дрова зазвичай зберігають у невеликій кількості у приміщенні, де знаходиться саме обладнання. Як правило, таке приміщення завжди буде теплим, а значить дрова, що очікують закладки в котел встигнуть підсохнути.

Отже основні проблеми з твердопаливними котлами виникають при неправильній установці та підборі димоходу для котла. Також, велику роль

відіграє температура експлуатації котла на твердому паливі, а також температура зворотної лінії опалення (вода, яка заходить в котел) повинна бути не нижче 55°. При виборі котла необхідно аналізувати паливний ринок, консультуватися зі спеціалістами зі схем установки котлів.[1]

Висновки до розділу 1

1. Існує величезна кількість видів твердопаливних котлів. Сьогодні ці агрегати характеризуються новітніми технологіями та оснащені автоматикою. Вони легко окупаються дешевим паливом.

2. Сучасні твердопаливні котли можуть стати відмінною заміною все більш дороговартісних котлів на газу та електроенергії. Можливо, вони не такі компактні та прості у використанні, але тверде паливо також має ряд важливих переваг, які сьогодні використовуються для опалення будівель.

3. Переваги та недоліки твердопаливних котлів

Переваги:

- Твердопаливні котли розрізняються за видом палива: на дровах, тирсі, пелетах, вугіллі, брикетах, торфі, гною і т.д. Але все ж таки найбільш поширеними є опалювальні котли на дровах та вугіллі, які застосовуються в системах опалення приватних будинків. До того ж, вугілля та дрова є найдешевшим паливом для твердопаливного обладнання.
- Високий рівень тепловіддачі такого обладнання робить оптимальним співвідношення його ціни та якості
- Проста схема агрегату та його експлуатації, внаслідок чого зростає надійність та тривалість терміну служби котла (максимально до 50 років).
- Висока безпека при правильному монтажі

- До плюсів можна віднести енергонезалежність, тобто відсутність насоса уможливорює такий варіант опалення навіть у будинку без електроенергії.

Недоліки:

- Твердопаливні опалювальні котли використовують тверде паливо, яке має порівняно низьку тепловіддачу. Дійсно, щоб якісно протопити великий будинок, доведеться витратити дуже багато палива та часу. Паливо згоряє досить швидко – за 2-4 години. Якщо будинок протопиться замало, доведеться знову розпалювати вогонь. Причому для цього знадобиться спочатку очистити топку від вугілля, що утворилося, і золи. Тільки після цього можна буде закладати паливо та знову розпалювати вогонь.
- Слід пам'ятати про те, що котли на твердому паливі не дозволяють автоматизувати роботу, тому що в переважній більшості випадків вимагають ручного дозавантаження палива, винятком є лише пелетні котли.
- Для зберігання палива необхідна площа, господарське приміщення чи споруда. Щоб горіння твердого палива відбувалося з максимальним ККД необхідно дотримуватись особливих умов.
- Котел на твердому паливі періодично димить. При розпалюванні або коли пішла зворотна тяга.
- Котли потребують періодичного чищення топки та винесення золи, очищення від дьогтю та смол димоходу.
- Котел продовжає греться по інерції, даже если Вы уже достигли требуемой температуры, но заложили слишком много топлива, нельзя будет быстро остановить процесс сгорания, поэтому рассчитывайте количество топлива заранее.

2. Варіанти застосування твердопаливних котлів

2.1 Встановлення твердопаливних котлів, як окремий варіант замість газових

Газові котли зазвичай встановлюють у населених пунктах, де проведено газову магістраль. Сучасні агрегати відрізняються наявністю різних функцій, зручним та красивим інтерфейсом. Деякі моделі оснащені режимом керування котлом за допомогою програми смартфона.

Газові агрегати можуть похвалитися наявністю таких переваг:

- Простота використання, тому що весь процес подачі тепла автоматизований.
- Високим коефіцієнтом корисної дії це дає можливість максимально ефективно витратити невелику кількість палива.
- Тривалим терміном служби – у газового казана він становить близько 15 років.
- Компактністю – особливо це стосується настінних моделей. Вони займають мало місця на стіні між шафами або нішами. Великий вибір моделей, що мають різні функції, розміри та особливості роботи.

Попри переваги газові котли мають ряд недоліків:

- для встановлення та експлуатації газового котла необхідно отримати певний документ у державній службі, яка дозволить це зробити;
- якщо трапляються якісь збої в газовій трубі, то газовий котел може на це відчутно прореагувати, наприклад, він може закоптитися;
- якщо у вас великий будинок (більше ста квадратів), то недоцільно використовувати газовий котел, економічно це навряд чи буде дуже вигідно;
- агрегат повинен проходити щорічні перевірки у фахівців газопостачальної компанії.

Порівняно з газовими, твердопаливні котли мають такі переваги:

- Незалежність від комунальних та газових служб.
- Можливість використання різних видів палива: дрова, вугілля, деревні відходи і навіть сміття.

- Довгий термін служби можуть працювати більше 15 років.
- Не потрібен дозвіл на встановлення котла.

Опалення у стилі ЕКО також можна розглянути як одну з причин, чому слід думати про заміну газового казана. Твердопаливні котли мають більш високу енергетичну ефективність, що робить їх більш екологічно прийнятними у використанні.

Отже для того щоб зменшити витрати на опалення, та через ряд багатьох причин, більшість підприємств відмовляються від газових та переходять на твердопаливні котли. В цьому випадку котел «вирізується» із системи опалення і замість нього встановлюється новий твердопаливний.

Перерахуємо деякі нюанси при підключенні твердопаливного котла.

Монтаж котлів опалення починається з підготовки підлоги та виведення диму:

- підготовка основи для встановлення твердопаливного котла – вона має бути строго горизонтальною. Так як твердопаливний котел має не маленьку вагу, то стяжка підлоги, залита під нього повинна бути 7-10 см. Розміри основи повинні відповідати розмірам котла, збільшеним на 10%.

- також будь-який опалювальний котел (крім електричного) вимагає підключити димохід. Він може бути як усередині приміщення (не утеплений) і виходити вертикально через дах, так і спочатку виходити горизонтально через стіну і підніматися вздовж стіни будинку вище за коник (утеплений) (рис. 2.1). Будь-який димар необхідно щорічно чистити та стежити за його станом.

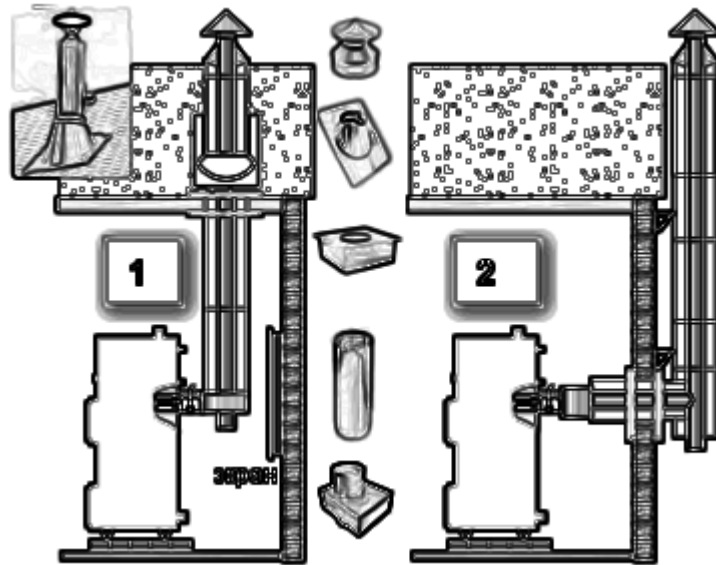


Рис. 2.1 Схеми установки димаря (1- не утеплений, 2- утеплений)

Особливості установки твердопаливного котла замість газового

1. Встановлення аварійного клапана. У разі підвищення тиску в системі опалення, відбудеться аварійне скидання теплоносія в каналізацію. І це запобігатиме вибуху котла.



Рис.2.2 Аварійний клапан

2. Монтаж охолоджуючого контуру на твердопаливному котлі вбереже від вибуху котла, а також від необхідності підживлення системи опалення у випадку, описаному вище.

3. Підключення джерела безперебійного живлення ДБЖ до котла та насосів, дозволить справно працювати системі опалення навіть при відключенні електроенергії.

4. Підключення твердопаливного котла за пожежними нормами необхідно проводити тільки металевою трубою (чорний метал, оцинкована, нержавіюча або вуглецева сталь), будь-який варіант підійде.

5. У схемі підключення твердопаливного котла необхідно передбачити розширювальний бак відкритого або закритого типу (залежно від системи опалення). Об'єм розширювального бака розраховується за простою формулою:

$$V_{\text{бака}} = V_{\text{системи}} : 10$$

де, V – об'єм

Схема підключення твердопаливного котла вимагає встановлювати розширювальний бак на зворотній лінії. Це продовжить термін служби мембрани бака.



Рис.2.3 Розширювальний бак

6. підключати котел на твердому паливі (потужністю до 70-80 кВт) бажано не за допомогою зварювальних робіт, а на різьбових з'єднаннях. Надалі це спростить обслуговування всієї системи, а також без проблем дозволить замінити будь-який вузол, що вийшов з ладу.

7. схема підключення твердопаливного котла має на увазі наявність термостатичного змішувального клапана (для сталевих котлів – це захист від зайвого конденсату, а для чавунних – захист від холодних вихлопів під впливом яких може луснути секція котла).

Розберемо встановлення на схемі. Просте устанавлення котла зображена на Рис. 2.4.

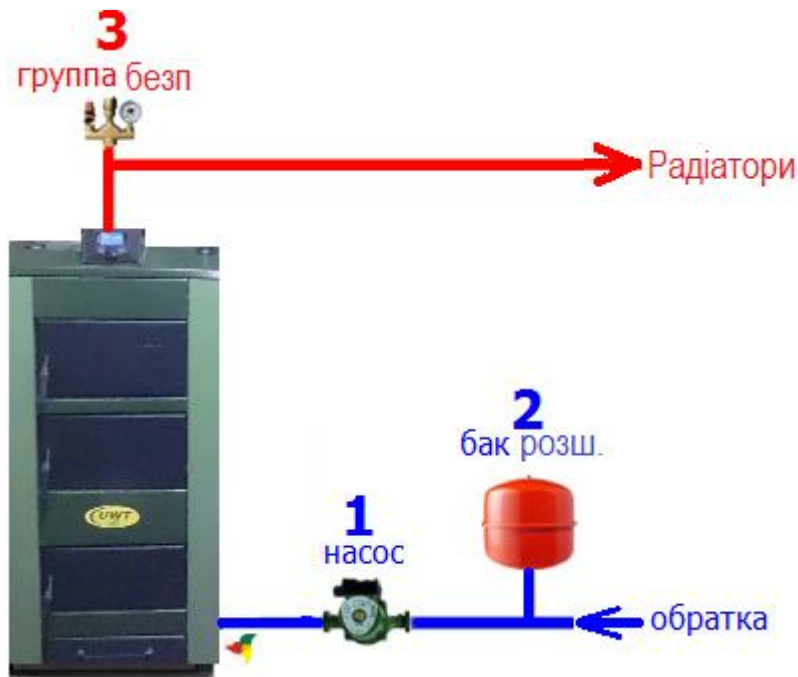


Рис 2.4 Проста схема встановлення твердопаливного котла

Циркуляційний насос (1) для забезпечення руху теплоносія (води) у трубах та обладнанні системи опалення, розширювальний бак (2) забирає із системи зайву воду (теплоносій) при її нагріванні і віддає назад у систему, Група безпеки котла (3) із запобіжним клапаном під час закипання котла викидає зайву воду в каналізацію.

Розширювальний бак грає роль гідрозатвору та гасить гідравлічні коливання системи. Також він відсікає водяний контур від атмосфери, не допускає її повітря.[6]

Дана схема має певні плюси:

- надійність роботи – тут нема чому ламатися;
- простота обслуговування;
- відсутність дорогого обладнання;
- незалежність від електрики.

2.2 Встановлення паралельно с газовим котлом.

Для того, щоб забезпечити роздільну роботу твердопаливних котлів з газовими в різні періоди опалювального сезону, можна використовувати таку схему підключення: газовий котел, теплоаккумулятор і опалювальні прилади

об'єднані в загальний замкнутий контур, а твердопаливний блок передає всю енергію до теплового акумулятора з якого теплоносії вже надходить у закриту систему. Тобто підключення відбувається за рахунок використання теплового акумулятора.

Ця мережа може працювати в кількох режимах:

- від двох котлів одночасно;
- лише від газового;
- тільки від твердопаливного через теплоаккумулятор;
- від твердопаливного, міняючи теплоаккумулятор, при відключеному газовому котлі.

Розглянемо, як за цією схемою підключити два котла до однієї системи опалення. На трубах дров'яного котла монтують запірну арматуру. У найвищій точці даного контуру встановлюється відкритий розширювальний бак, підключений до труби подачі котла. Далі врізаємо крани на патрубках теплового акумулятора, який подає зворотний, і підключаємо його до решти контуру. Для можливості використання котла без теплоаккумулятора біля його запірної арматури врізають дві труби і встановлюють на них запірну арматуру. Подача і зворотна труби підключаються байпасом: до подачі перемички, закріпленої арматурою або зварюванням, до зворотної - через триходовий клапан. У контур між триходовим котлом і котлом вбудовують циркуляційний насос з фільтром. Також в цій зоні рекомендується змонтувати байпас навколо насоса: якщо вимкнуть електрику, теплоносії зможе рухатися за рахунок природної циркуляції. «Газовий» контур встановлюється як у стандартній схемі теплового акумулятора.

Розширювальний бак із запобіжним клапаном зазвичай вже є частиною конструкції котла. Труба, що веде до опалювальних приладів, з'єднується з трубою подачі через запірний кран. Зворотка також підключається до котла через запірний кран. Насос встановлюється на зворотній магістралі.

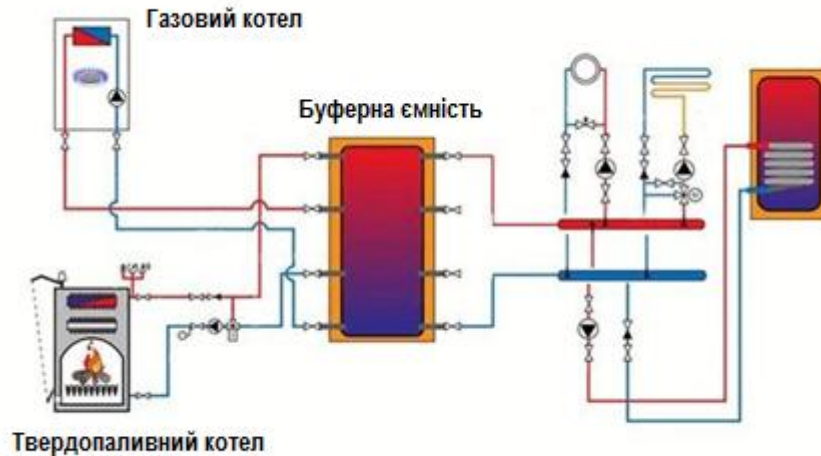


Рис.2.5 Схема паралельного підключення газового та твердопаливного котлів з теплоаккумулятором

Паралельна система може працювати як в ручному, так і в автоматичному режимах

Підключення з ручним керуванням

Вмикання і вимикання котлів здійснюється вручну за рахунок двох кранів на теплоносії. Обв'язка виконується за допомогою запірної арматури.

Розширювальні баки встановлюються в обох котлах і використовуються одночасно. Фахівці рекомендують не відрізати котли повністю від системи, а просто одночасно підключати їх до розширювального бака, який блокує рух води.

Підключення з автоматичним керуванням

Для автоматичного керування двома котлами встановлений зворотний клапан. Він захищає вимкнений опалювальний агрегат від шкідливих струмів. В іншому спосіб циркуляції теплоносія в системі не відрізняється від ручного управління.

В автоматизованій системі не всі основні лінії повинні перекриватися. Працюючий насос котла приводить в рух теплоносії через непрацюючий блок. Вода рухається по малому колу від місця підключення котлів до системи опалення через непрацюючий котел.

Зворотні клапани встановлюються, щоб не витратити більшу частину теплоносія на невикористаний котел. Їх робота повинна бути спрямована один на одного, щоб вода з двох опалювальних приладів спрямовувалася в систему опалення. Клапани можуть бути оснащені зворотною подачею. Навіть при автоматичному управлінні для управління насосом потрібен термостат.

На вході зворотної лінії кожного джерела тепла необхідно встановити власний циркуляційний насос. Для навісного газового котла цього не потрібно, у ньому насос вже встановлений виробником. У разі прогорання твердого палива температура теплоносія зменшиться і газовий котел автоматично ввімкнеться.

Важливим конструктивним моментом є обв'язування твердопаливного котла металевими трубами та наявність аварійного скидного пристрою з одночасною подачею холодної води до лінії звороту.

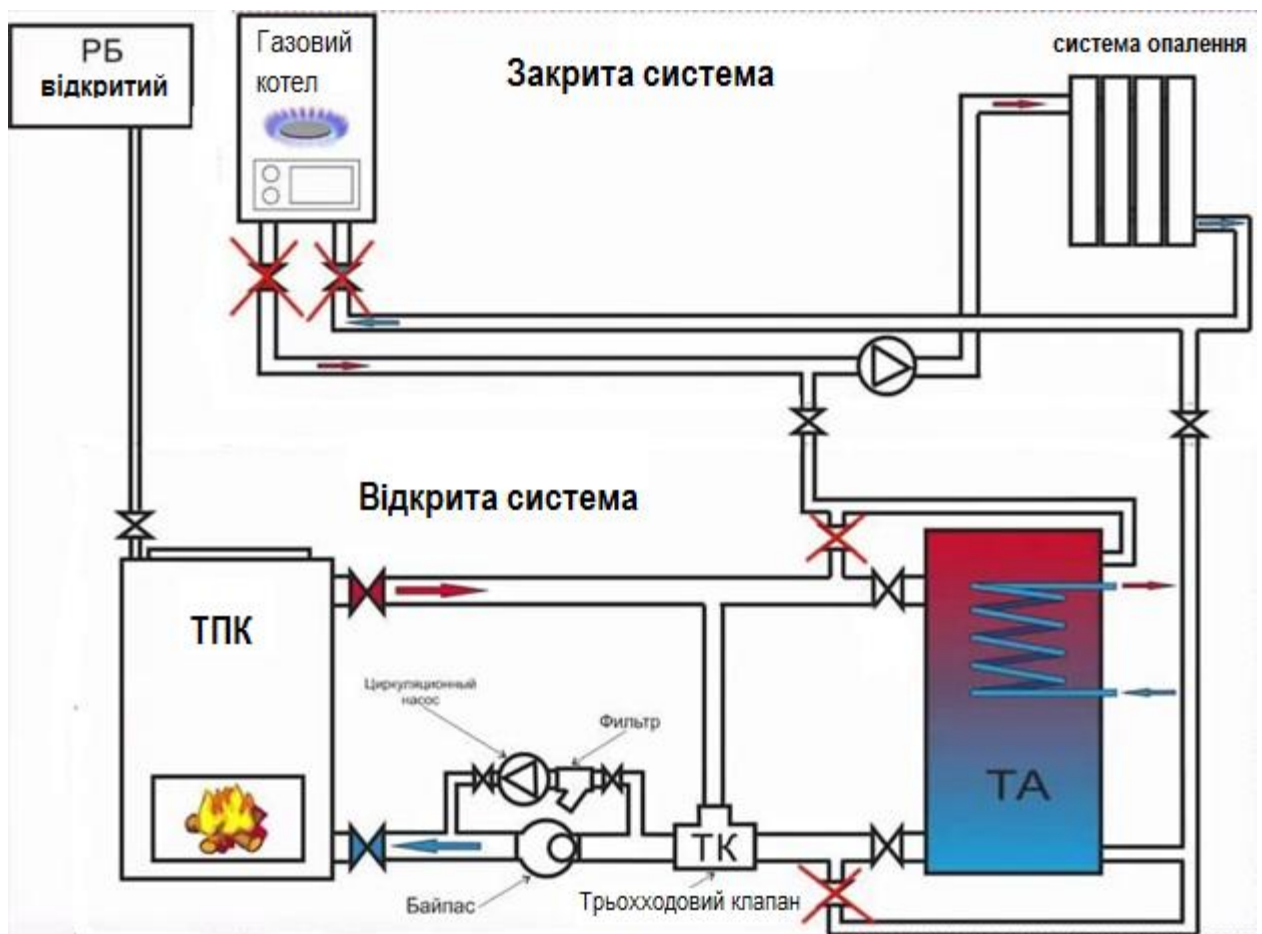


Рис.2.6 Відкрита та замкнута системи.

Цей спосіб зручний тим, що рідини двох систем не змішуються. Це дозволяє використовувати різні теплоносії. Переваги та недоліки наведені у Таблиці 4.1.

Таблиця 2.1

+	Плюси	-	Мінуси
	Можливість використовувати різні теплоносії		Велика кількість додаткового обладнання
	Безпечна експлуатація, резервний бак скине зайву воду у випадки закипання		ККД нижче за рахунок зайвої води в системі
	Можливість використання без додаткової автоматики		

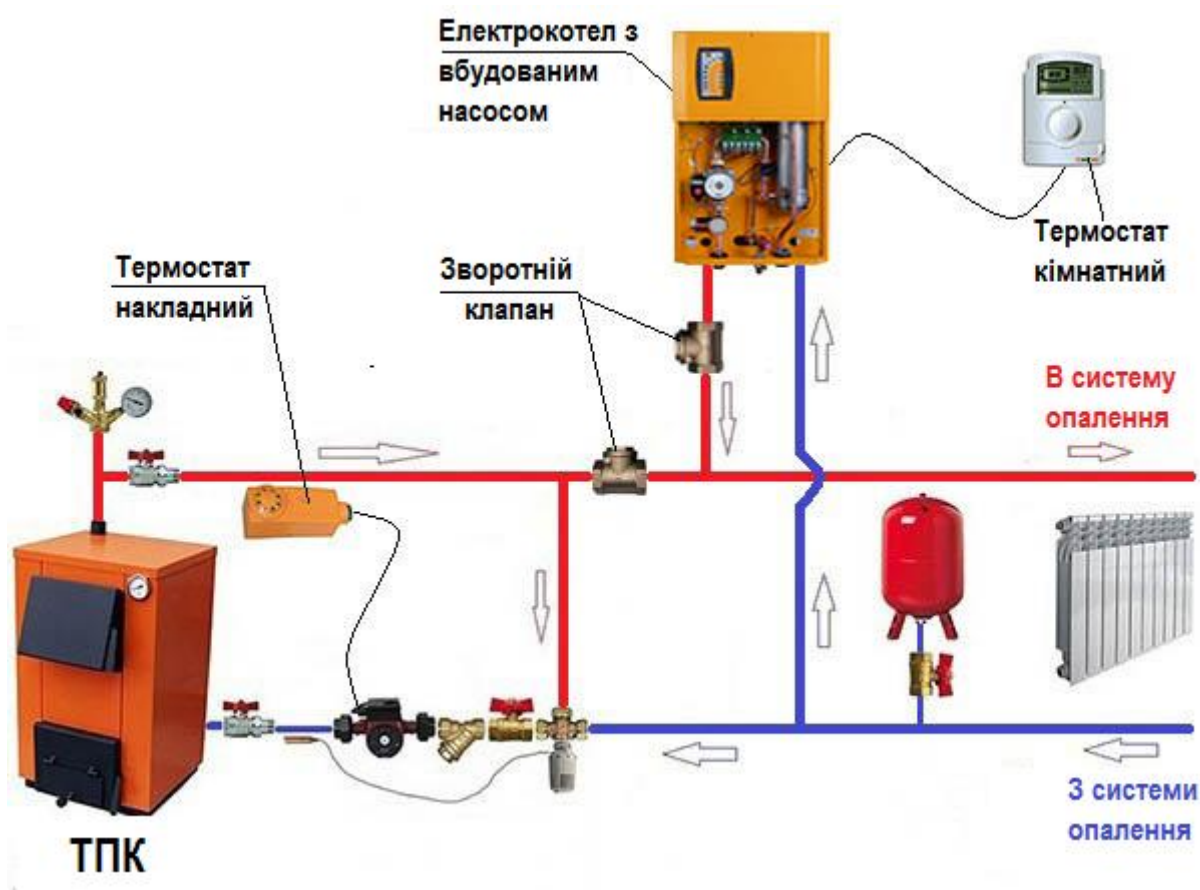


Рис. 2.7. Дві закриті системи.

На рис. 2.7 використовується замкнута система, що дозволяє обійтись без тепло акумулятора. Контроль проводиться термостатами та трьохходовими датчиками. Безпеку експлуатації забезпечує автоматика.

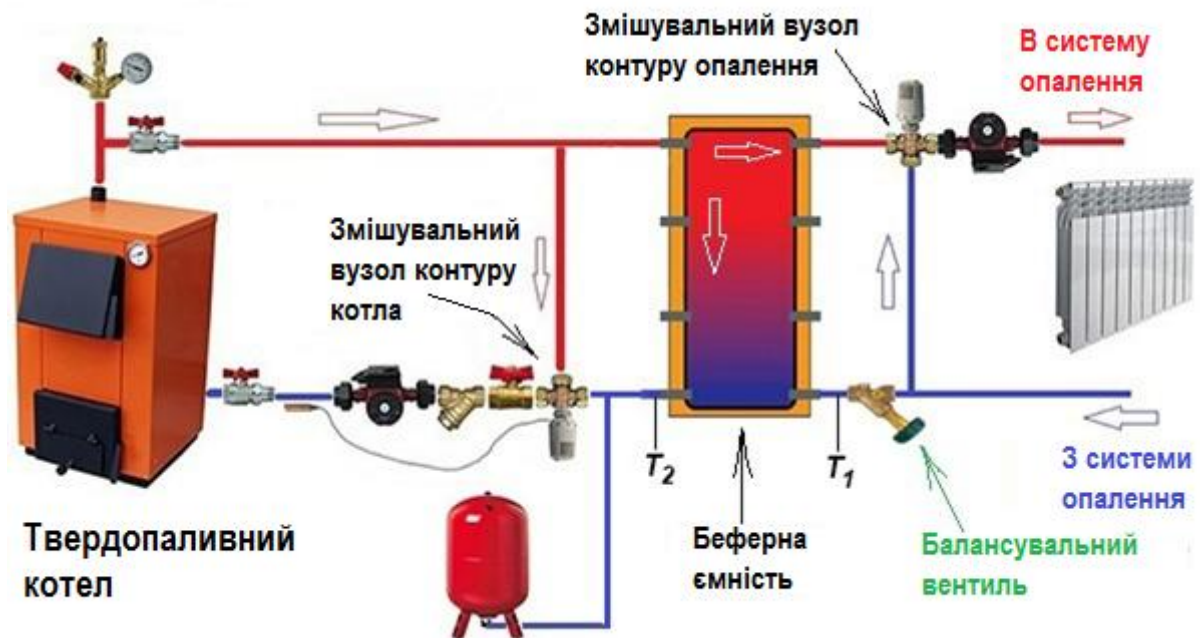


Рис. 2.8 Система з акумулятором тепла.

На рис. 2.8 використовуємо акумулятор для надлишку тепла. Тим самим ми збільшуємо ефективність системи та усуваємо необхідність у термодатчиках та автоматичі.

Подача тепла через 3-х ходовий клапан зображена на Рис. 2.9.

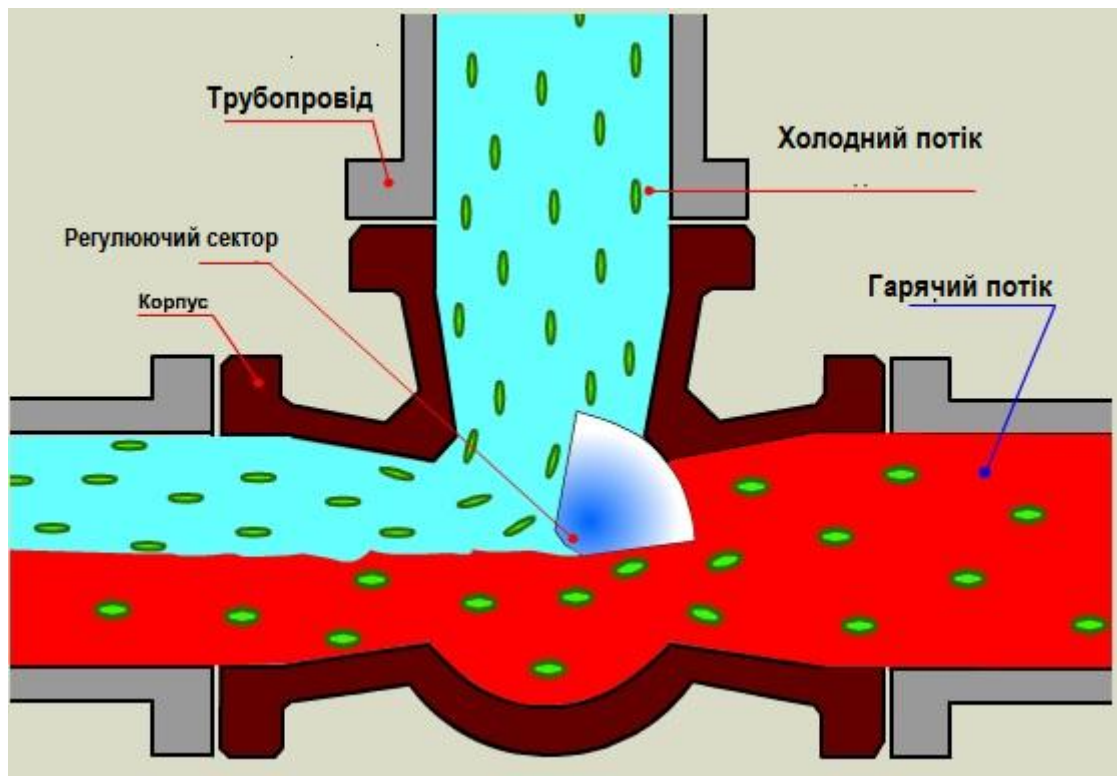


Рис. 2.9. Подача тепла через 3-х ходовий клапан

Конструкція роздільника або гідрострілки передбачає роздільне підключення котлів та часткове змішування теплоносія зі зворотної та подавальної магістралі. При цьому подача з потужнішого котла повинна підключатися до розділювача вище, ніж менш потужного. Зворотні лінії підключаються навпаки.

Кожен котел має бути оснащений власним циркуляційним насосом, а ще один насос буде потрібний для забезпечення циркуляції через прилади системи опалення. У верхній точці гідравлічного роздільника повинен бути встановлений автоматичний відвідник повітря, а в нижній кран для аварійного зливу води.

Тепло, вироблене котлом на дровах, надходить у цю ємність. З не, через змійовик, теплообмінник або без них, у газовий котел. Автоматика другого розуміє, що вода має необхідну температуру і відключає газ. Так буде поки в теплоаккумуляторі достатньо температури.

Акумулятор тепла або це теплоізована ємність із вбудованим змійовиком, призначена для накопичення нагрітого теплоносія та подачі його в систему опалення. У цій схемі газовий котел, опалювальні прилади та акумулятори з'єднані трубопроводами в одну систему закритого типу. Твердопаливний котел підключений до вбудованого змійовика акумулятора і таким чином нагріває теплоносії у закритій системі. Організація роботи опалення у цій схемі відбувається у такому порядку:

- у твердопаливному котлі горять дрова, і відбувається нагрівання теплоносія від змійовика до ємності;
- тверде паливо прогоріло, теплоносії охолонув;
- газовий котел вмикається автоматично;
- знову закладаються дрова, і розпалюється твердопаливний котел;
- температура води в акумуляторі піднімається в тій, яка задана на газовому котлі, який зупиняється автоматично.

Ця схема вимагає найбільших витрат на придбання матеріалів та обладнання, однак має цілу низку переваг:

- твердопаливний котел може працювати у схемі відкритого типу;
- найвищий рівень безпеки;
- відсутність необхідності постійного поповнення топки дровами чи вугіллям;
- циркуляція теплоносія по системі закритого типу;
- можливість одночасної роботи двох котлів, одночасно або кожного окремо.

Серед додаткових витрат необхідно врахувати покупку бака акумулятора із змійовиком, двох розширювальних баків та додаткового циркуляційного насоса.[9]

2.3 Встановлення для паралельної роботи разом з газовим котлом, коли потужності газового котла недостатньо.

Рішення щодо встановлення другого котла виникає найчастіше у випадках, коли основний котел не може самостійно нести все теплове навантаження системи опалення. Така схема усуне проблему дефіциту потужності котельного обладнання.

Практичне застосування показало, що підключення двох котлів в одну систему набагато ефективніше та вигідніше (Рис.2.6).



Рис.2.6 Підключення двох котлів в одну систему [5]

Підключення твердопаливного та газового котла в одну систему викликає ряд проблем, пов'язаних з особливостями їхньої роботи. Так, твердопаливне обладнання має функціонувати виключно у відкритій системі. У свою чергу, для газового котла, радіаторів, вентилів та інших елементів попадання повітря означає підвищену загрозу появи корозії і, як наслідок, зниження ефективності та надійності. Також, варто зазначити, що монтаж котла на твердому паливі в систему закритого типу категорично забороняється з міркувань безпеки, адже якщо температура води в системі перевищить «безпечну» позначку, негайно припинити її нагрівання досить складно, адже навіть після припинення подачі повітря для горіння, жар, що залишився на колосниковій решітці, як і раніше, нагріватиме воду.

Уникнути перерахованих складностей підключення двох котлів в одну систему опалення одночасно можна за допомогою двох варіантів:

– Використовувати теплоаккумулятор — пристрій, що дозволяє поєднати закриту та відкриту опалювальну систему.

– Організувати закриту схему опалення для твердопаливного та пелетного котла, застосувавши спеціальну групу безпеки. У цьому випадку агрегати можуть працювати автономно та паралельно.

Підключення твердопаливного і газового котла в одну систему може здійснюватися декількома способами, кожен з яких вимагає дотримання певних правил і норм.

1. Монтаж опалювальних котлів. Цей спосіб підключення твердопаливного та газового котлів може спровокувати виникнення аварійної ситуації за рахунок наявності кранів, що відсікають. Так, у випадку, якщо користувач вирішить «переключитися» між котлами і не відкриє кран, що відсікає – станеться аварія. Вода, що інтенсивно нагрівається, збільшиться в об'ємі, а оскільки її вихід у розширювальний бак стає неможливим, це призведе до розриву труби або теплообмінника.

2. Під'єднання котлів з кранами тільки на зворотній трубі. Щоб уникнути загрози аварійної ситуації, існує спосіб під'єднання твердопаливного котла та газового в одну систему без використання запірного вентиля на трубі, що веде від котла до розширювального бака. В цьому випадку кран, що відсікає, монтується на зворотну трубу, а його закривання запобігає циркуляції води. Такий спосіб має свої переваги, адже відсутність вентиля на трубі, що подає, дозволяє виводити надлишок води з котла.[7]

Подключение двух котлов

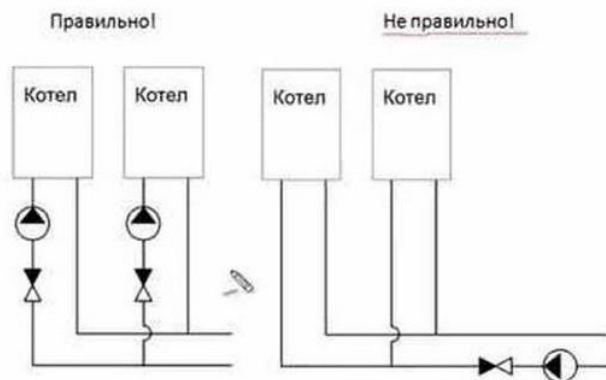


Рис.2.6 Схема правильного підключення котлів

3. Монтаж котлів з використанням додаткового розширювального бака

Один з найкращих варіантів підключення твердопаливного котла та газового в одну систему – встановлення додаткового закритого розширювального бака з діафрагмою. Такий бак купується окремо або постачається в комплекті із навісним газовим котлом сучасної конструкції.

4. Ще одним варіантом успішного об'єднання котлів є використання проміжного теплообмінника (Рис. 2.7). Тут відкритий контур з розширювальним баком відокремлений від загального контуру системи опалення, а вода, нагріта твердопаливним котлом, циркулює через теплообмінник і віддає тепло воді в закритому контурі системи.

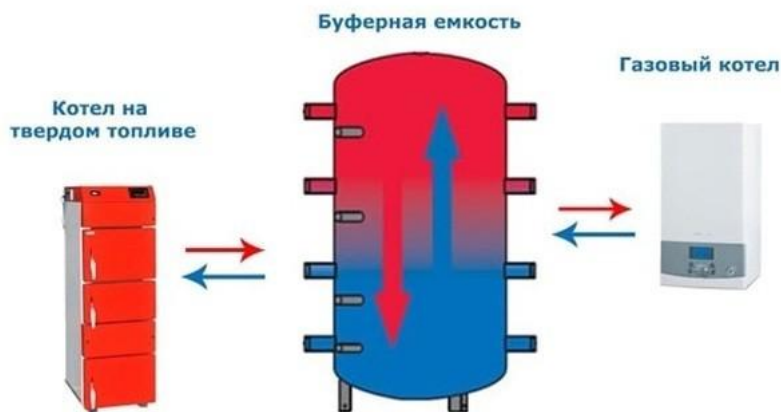


Рис. 2.7 Об'єднання котлів через проміжний теплообмінник

Питання, як підключити два котли, газовий та твердий, вирішується в наступному порядку:

1. На трубах, що йдуть від теплообмінників газового та твердопаливного котла в одній системі, встановлюються крани, що відсікають.
2. На трубі, що подає від твердопаливного агрегату, розташовують групу безпеки. При цьому вона може розміщуватись поблизу клапана.
3. Труби подачі обох казанів з'єднуються. Попередньо на лінії, що йде від твердопаливного котла, врізається перемичка, якою буде організовано рух теплоносія по малому колу. Відстань від котла до місця врізання може становити 2 метри. Поруч із перемичкою встановлюють пелюстковий клапан. При відключенні котла, що працює на дровах, така схема не дозволяє теплоносію надходити в котел, незважаючи на сильний тиск, який створює газовий котел.
4. Виконують з'єднання лінії подачі з приладами опалення, які розташовуються в різних кімнатах і на різній відстані один від одного.
5. Між котлами та опалювальними приладами виконують монтаж зворотної лінії. У певному місці її поділяють на дві труби: одну спрямовують до газового котла, іншу – до твердопаливного агрегату. Перед пристроєм, який працює від газового балона, встановлюють пружинний клапан. До іншої труби підключається перемичка та триходовий клапан.
6. Мембранний розширювальний бачок та насос для примусової циркуляції теплоносія монтують на ділянці перед поділом зворотної лінії

Переваги встановлення твердопаливного котла паралельно з газовим:

1. Здійснення одночасного контролю за функціонуванням всього устаткування.
2. Економічна вигода за рахунок зміни видів палива.
3. Довша експлуатація опалювального обладнання.

Висновки до розділу 2

1. Щоб зменшити витрати на опалення, та через ряд багатьох причин, більшість підприємств відмовляються від газових та переходять на твердопаливні котли. В цьому випадку котел «вирізується» із системи опалення і замість нього встановлюється новий твердопаливний.

Нюанси при підключенні твердопаливного котла.

Монтаж котлів опалення починається з підготовки підлоги та виведення диму:

- підготовка основи для встановлення твердопаливного котла – вона має бути строго горизонтальною. Так як твердопаливний котел має не маленьку вагу, то стяжка підлоги, залита під нього повинна бути 7-10 см. Розміри основи повинні відповідати розмірам котла, збільшеним на 10%.

- Також будь-який опалювальний котел (крім електричного) вимагає підключити димохід. Він може бути як усередині приміщення (не утеплений) і виходити вертикально через дах, так і спочатку виходити горизонтально через стіну і підніматися вздовж стіни будинку вище за коник (утеплений)

2. Для того, щоб забезпечити роздільну роботу твердопаливних котлів з газовими в різні періоди опалювального сезону, можна використовувати таку схему підключення: газовий котел, теплоаккумулятор і опалювальні прилади об'єднані в загальний замкнутий контур, а твердопаливний блок передає всю енергію до теплового акумулятора з якого теплоносій вже надходить у закриту систему. Тобто підключення відбувається за рахунок використання теплового акумулятора.

3. Підключення твердопаливного та газового котла в одну систему викликає ряд проблем, пов'язаних з особливостями їхньої роботи. Так, твердопаливне обладнання має функціонувати виключно у відкритій системі. У свою чергу, для газового котла, радіаторів, вентилів та інших елементів попадання повітря означає підвищену загрозу появи корозії і, як наслідок, зниження ефективності та надійності. Також, варто зазначити, що монтаж котла на твердому паливі в систему закритого типу категорично забороняється з міркувань безпеки, адже якщо температура води в системі перевищить

«безпечну» позначку, негайно припинити її нагрівання досить складно, адже навіть після припинення подачі повітря для горіння, жар, що залишився на колосниковій решітці, як і раніше, нагріватиме воду.

Уникнути перерахованих складностей підключення двох котлів в одну систему опалення одночасно можна за допомогою двох варіантів:

- Використовувати теплоаккумулятор — пристрій, що дозволяє поєднати закриту та відкриту опалювальну систему.
- Організувати закриту схему опалення для твердопаливного та пелетного котла, застосувавши спеціальну групу безпеки. У цьому випадку агрегати можуть працювати автономно та паралельно.

3. Безпека експлуатації твердопаливних котлів

3.1 Причини аварій твердопаливних котлів

Найпоширенішими причинами аварій котлів є:

- вибух палива,
- зниження рівня води,
- недоліки очищення води,
- забруднення котельні,
- порушення технології очищення,
- механічні пошкодження трубопроводу,
- надмірний примус,
- зберігання в невідповідних умовах,
- зниження вакуумного тиску.

3.1.1. Вибух палива

Вибух в топці - одна з найнебезпечніших ситуацій при експлуатації котлів. Більшість вибухів відбувається через «переповнення» горючою сумішшю або недостатнє очищення топки. Перенасичення горючою сумішшю відбувається при накопиченні в топці незгорілого палива. Залежно від того, як регулюються пальники, це може статися з багатьох причин, включаючи несправність регулятора, коливання тиску палива, пошкодження обладнання.

Багато випадків вибухів топки відбувалися після пребоїв в роботі пальників. Наприклад, якщо паливна форсунка засмітиться, погане розпилення призведе до нестабільності горіння або відділення полум'я. Подальше впорскування палива для відновлення горіння в топці збільшує концентрацію парів палива. Накопичення незгорілого палива також може статися, якщо пальник довго працює зі слабким розпиленням.

Повторне запалювання пальника після перерви може спалахнути вибухонебезпечну суміш. На рис. 3.1 показана повністю зруйнована вибухом установка котла.



Рис. 3.1 Повне руйнування котельні як доказ небезпеки вибуху в топці

Таким чином, вихід незгорілого палива спричиняє вибух. Цьому можна запобігти, дотримуючись одного простого правила: ніколи не додавайте палива в темну загазовану топку. Замість цього вимкніть всі конфорки вручну і ретельно продуйте повітря. Після виконання цієї процедури та усунення несправності запалювання пальники можна знову вмикати.

3.1.2. Зниження рівня води

При температурі вище 427°C структура вуглецевої сталі змінюється - втрачається її міцність. Оскільки робоча температура печі перевищує 982°C , охолодження котла водою в його трубах є фактором, що запобігає нещасним випадкам. При тривалій роботі котла з нестачею води сталеві труби можуть буквально розплавитися, як згорілі свічки (рис. 3.2).



Рис 3.2 Розплавлення труб котла в результаті перегріву при нестачі води

Щоб знизити ймовірність аварій з цієї причини, необхідно передбачати відключення котла у разі зниження рівня води. Для цього можуть використовуватися датчики прямої дії води або поплавкового типу. При цьому критичним ланкою в системі є байпас пускового пристрою, який зазвичай служить для перевірки цього пристрою. Байпас дозволяє обслуговуючому персоналу продувати забиті секції, очищати їх від шламу та накипу та імітувати аварійну ситуацію для перевірки контуру відсічення, не перериваючи роботу котла.

3.1.3. Недоліки водопідготовки

У процесі обробки води з води видаляються іони жорсткості. Причиною утворення накипу зазвичай є кальцієва або магнієва жорсткість води. Збільшення накипу в трубах може пошкодити їх через перегрів. Тепло від труб котла відводить проточна вода, а накип в трубах є шаром теплоізоляції, який погіршує тепловіддачу. Якщо це триває досить довго, результатом може стати місцеве прогорання труб.

Щоб запобігти утворенню накипу, вміст солей жорсткості в котловій воді має бути в допустимих межах. Вимоги до обробки води підвищуються за рахунок підвищення робочої температури і тиску котла.

Для котлів низького тиску зазвичай використовуються іонообмінні установки, які знижують кальцієву і магнієву твердість. Система пом'якшення

води показана на рис. 3.3. Для режимів високого тиску і температури, характерних для паротурбінних котлів, необхідна повна демінералізація води, включаючи видалення всіх інших домішок, наприклад, силікатів. Стандартний графік опалення типового котла наведено на рис. 3.4. Якщо сполуки кремнію не видаляються, вони випаровуються, змішуються з водяною парою і можуть осідати на обладнанні, наприклад на лопатках турбіни.



Рис 3.3 Система пом'якшення води цеолітом натрію

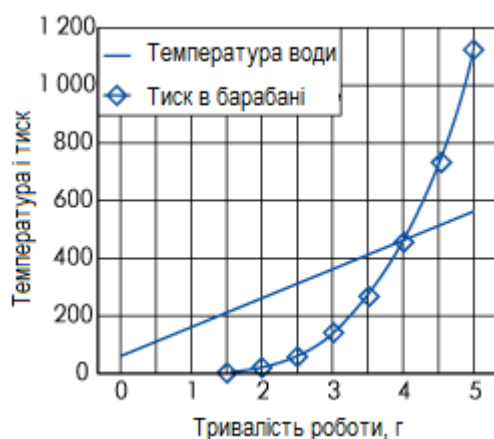


Рис 3.4.Стандартний графік розігріву типового твердопаливного котла

Підготовка води для котлів також включає обробку хімічними реагентами. Ці реагенти зв'язують зважені частинки забруднень і перетворюють їх на осад, який не утворює осаду на поверхні і може бути видалений шляхом промивання котлів. Якість води дуже важлива для продовження терміну служби котла. Недостатня підготовка води є «руйнівною силою» для котла.

3.1.4. Забруднення води

Забруднення води котельних установок, представляє собою суміш підживлення і зворотного конденсату, - дуже складне питання. Цілі томи присвячені цій проблемі та її наслідкам. Забруднення зазвичай включає кисень, суміш металів і хімічних речовин, масла і смоли.

Кисень, розчинений у воді, є постійною загрозою цілісності труб. Зазвичай котельня має підігрівач-деаератор для видалення кисню з живильної води. У котлах з робочим тиском до 7000 кПа в деаераторний бак зазвичай додається поглинач кисню - сульфід натрію. Він видаляє вільний кисень.

Виразкова киснева корозія є одним з найнебезпечніших видів кисневої корозії. Виразка - це зосереджена корозія на дуже невеликій ділянці поверхні. Наскрізна іржа на трубі може утворитися навіть при невеликому поширенні корозії в цілому. Через швидкі катастрофічні наслідки кисневої корозії необхідно регулярно перевіряти роботу деаераторів і поглиначів кисню та контролювати якість води.

Несвоєчасне виявлення забруднення зворотного конденсату є ще однією причиною забруднення води котла. Склад забруднювачів може варіюватися від металів, таких як мідь і залізо, до масел і промислових хімікатів. Метали, що потрапляють у воду, є конструкційними матеріалами обладнання та конденсатопроводів, а масла та промислові хімікати потрапляють через дефекти виробничого обладнання або корозійні витоки в теплообмінниках, насосах, прокладках тощо.

Найбільший ризик забруднення води пов'язаний з можливістю аварій технологічного обладнання, яке може потрапити в котельну воду у великій кількості небезпечних хімічних речовин. Тому дбайлива експлуатація котельної установки повинна передбачати постійний контроль якості зворотного конденсату.

Попадання іонообмінних смол у воду також може призвести до серйозного забруднення котла. Це відбувається при пошкодженні внутрішнього трубопроводу або допоміжної обв'язки іонообмінного блоку. Дуже дешевим і ефективним способом запобігання цим явищам є встановлення золоуловлювачів (рис. 3.5) на всіх комунікаціях іонообмінного блоку.

Золоуловлювач не тільки захищає котел, а й запобігає втраті цінного матеріалу в разі аварії – іонообмінних смол.



Рис. 3.5 Золоуловлювач ЗУ-1

Забруднення котлової води може відбуватися як поступове погіршення або як миттєва аварія. Постійне та якісне обслуговування значно зменшить можливість неприємностей обох видів. Постійний моніторинг якості котельні та підживлювальної води дозволяє не тільки збирати статистику, а й своєчасно попереджати про небезпечні рівні забруднення.

3.1.5. Недотримання технології продувки

Концентрація завислих твердих домішок у котловій воді зменшується при постійному продуванні системи та періодичному промиванні піддонів. Гранично допустимі концентрації домішок відповідно до стандартів Американської асоціації виробників котлів (АМВА) наведені в таблиці. Перевищення концентрації або інше забруднення котлової води створює такі проблеми, як нестабільність рівня води в барабані або піноутворення. Ці явища можуть викликати помилкові спрацьовування сигналізації рівня води, капання пари вологи, забруднення пароперегрівачів.

Максимально допустимі концентрації домішок в котельній воді,
рекомендовані Американською асоціацією виробників котлів

Робочий тиск барабана,кПа	Концентрація Розчинних домішок, част. / млн	Лужність, част. / млн	Вміст окису кремнію, SiO ₂ част./Млн	Вміст зважених домішок, част. / млн
0 – 2 100	3 500	700	150	15
2 107 – 3 150	3 000	600	90	10
3 157 – 4 200	2 500	500	40	8
4 207 – 5 250	1 000	200	30	3
5 257 – 6 300	750	150	20	2
6 307 – 7 000	625	125	8	1

Правильно розроблена система продувки контролює стан котлової води і підтримує інтенсивність продувки, що забезпечує допустиму концентрацію домішок. Необхідна періодична мийка піддонів і бруду, щоб запобігти накопиченню осаду. Тривале продування секцій, що утворюють сітки топки, може призвести до їх пошкодження через перегрів, викликаний зміною природної циркуляції води. Замість цього рекомендується відкривати продувні клапани цих секцій щоразу при вимиканні котла до того, як тиск в системі впаде до атмосферного.

3.1.6. Механічне пошкодження труб

Якщо подивитися на котел при складанні, то можна побачити, що однакових елементів практично немає. Особливо це стосується труб, що входять до складу топкових екранів і секцій конвективного опалення.

Пошкодження однієї труби вартістю в кілька сотень доларів може призвести до аварійного відключення котла на мільйони.

Враховуючи, що труби промислових котлів можуть мати товщину стінок 3 або 2 мм, стає зрозуміло, наскільки легко їх можна пошкодити. Найпоширенішими причинами механічних пошкоджень труб є:

- Вдарити гострим предметом під час виготовлення або роботи.
- Невірний напрямок продувки для видалення сажі (використовується для продування парових сіток парою для видалення сажі, сажі, золи з поверхні).
- Використання вологої пари для видування сажі, що може викликати корозію труб.

При проектуванні нових котлів найбільшим «каменем спотикання» є спроба збільшити товщину стінок труб. Це пояснюється збільшенням вартості, однак, дає запас надійності на механічні пошкодження. Крім того, при згинанні труб зменшується товщина стінки, при початково невеликій товщині вигину вона може стати менше допустимої норми.

3.1.7. Небезпека форсованого режиму

Для багатьох галузей збільшення виробництва та товарообігу збільшує прибутковість. Ця стратегія заохочує роботу всього обладнання для досягнення максимальної продуктивності.

Експлуатація котлів на режимах вище гранично допустимого тривалого навантаження (ГДН) довгий час була предметом дискусій. Протягом багатьох років виробники котлів рекомендували для свого обладнання 110% MCR пікове навантаження від 2 до 4 годин. При цьому часто виникало питання: «Якщо котел може працювати з навантаженням 110% MCR протягом 4 годин, то чому він не може працювати так весь час?» Відповідь на це питання не так проста.

Резерви надійності та безпеки допоміжного обладнання котельних установок відносять до певного гарантованого навантаження цих пристроїв. Ці резерви включають підвищення продуктивності і статичного тиску вентиляторів і насосів, розширення можливостей телеметрії та систем автоматизації і т. д. Зазвичай конструкція допоміжних систем «про запас» дозволяє експлуатувати котел при пікових навантаженнях понад 110% MCR. При відсутності обмежень на допоміжне обладнання, інтенсифікація виробництва змушує кип'ятити котли (іноді дуже сильно) протягом тривалого часу.

Виникнення проблем, пов'язаних з перегрівом котла, істотно залежить від типу використовуваного палива. Проблеми ерозії зазвичай пов'язані з твердим паливом: вугіллям, дровами, торфом, горючими промисловими відходами тощо. При горінні утворюється зола і шлак. Незалежно від виду палива форсування котла означає збільшення об'єму і швидкості димових газів з відповідним збільшенням (у квадратних пропорціях) тиску потоку газу, що набігає, що впливає на процес ерозії. Крім того, в хвостах котла можуть виникати вихрові ефекти, що також призводить до локальної ерозії.

Конструктори котлів прискіпливо розраховують теплові потоки на топкових екранах, перегородках, визначають температуру стінок труб, кладки та інших поверхонь. Перегрів печі призводить до збільшення теплового потоку і температури кладки. Перегрів котла викликає збільшення перепаду тиску і зміну циркуляції. Під впливом цих двох факторів температура стінок труб і перегородок значно підвищується. Ефект від короткочасного або тривалого впливу високих температур може виражатися у втраті міцності металевих труб.

Проблеми з корозією виникають, коли частинки твердого або рідкого палива стикаються з поверхнею труб при високих температурах. Крім того, догорання печі може спричинити поширення полум'я на поверхню екранів, що також є причиною локальної корозії.

Рекомендації для ефективної топки котла різними видами палива

У попередніх розділах ми з'ясували що головна перевага твердопаливних котлів – це, безумовно, економія. У середньому, за місяць, воно обходиться в 2-3 рази дешевше, ніж газове.

Сучасне обладнання цього класу здатне забезпечувати якісне опалення і є недорогим, зручним і простим в експлуатації. Для правильної та ефективної експлуатації твердопаливних котлів замість газових, потрібно знати, як ефективно топити твердопаливний котел різними видами палива. Визначаючи питання, чим краще топити твердопаливний котел, необхідно враховувати рекомендації виробника обладнання. Окремі моделі котлів можуть бути розраховані на певне паливо. Однак багато сучасних агрегатів здатні працювати на всіх перерахованих видах палива. При виборі, чим топити твердопаливний котел тривалого горіння зручно і вигідно, потрібно враховувати швидкість прогорання палива, яке для різних видів може сильно відрізнятися. Від цього залежить частота необхідних закладок та зручність користування агрегатом.

Сухі дрова - паливо, яке прогоряє найшвидше. Тому сьогодні для ТТ котлів часто використовуються паливні брикети, які виготовляються з сухої тирси. Такі брикети, які також називають «євродрова», прогоряють у 1,5-2 рази повільніше за звичайні сухі дрова. Також випускаються паливні брикети із торфу. Однак для них характерна підвищена зольність, у зв'язку з чим торф'яні брикети використовуються, головним чином, для водонагрівальних котлів з колосниковою топкою. Вугілля прогорає найповільніше. Деякі вугільні котли при використанні високоякісного антрациту та додатковому оснащенні тепловим акумулятором здатні навіть у сильний мороз працювати на одному завантаженні до двох діб.

Пелети горять майже так довго, як і вугілля, і при цьому дають високий рівень ККД. При цьому це і найдорожчий вид твердого палива для сучасних котлів.

Головна перевага пелетів полягає в тому, що вони дозволяють максимально автоматизувати роботу котла, наближаючи його за зручністю до рівня газового агрегату. Однак використовувати їх у звичайному ТТ котлі не вийде - він повинен бути оснащений спеціальним пальником і дверцятами топкою особливої конструкції.

Щоб забезпечити якісне опалення, потрібно знати, як топити твердопаливний котел дровами ефективно та економічно. Для розпалювання вниз укладаються тріски, поверх яких потрібно розмістити 3-5 дров діаметром до 15 см. Між трісками рекомендується закласти м'який папір, щоб деревина швидше розгорялася. Щоб досягти максимально повного та ефективного прогорання деревини, можна закладати в топку 1-2 великих поліна з періодичністю 30-40 хвилин. Крім того, цей метод допоможе знизити витрати дров.

При повному заповненні топки великими дровами звичайний твердопаливний казан здатний підтримувати досить інтенсивне горіння протягом 3-4 годин. Котли тривалого горіння працюють на одній закладці ще довше. Такі моделі взагалі не рекомендується топити дрібними дровами, які прогорають у них не повністю через підвищене газовиділення. Оптимальний розмір полін у діаметрі становить 15-30 см. Якщо розбиратися, як правильно топити ТТ котел, то велике значення має вибір дров. Вологість деревини не повинна бути вищою за 20%, інакше втрачається ефективність роботи обладнання.

Розглянемо, як правильно топити твердопаливний котел вугіллям. Для розпалювання використовуються деревні тріски товщиною приблизно 5 см, які потрібно викласти на папір. Поверх тріски потрібно покласти 3-4 поліна діаметром 10-15 см. Після цього потрібно підпалити папір і закрити дверцята топки, а також прикрити піддувало. При цьому тяга має бути достатньою, щоб дрова розгорілися. Якщо котел обладнаний шиберною засувкою, то її при розпалюванні лише трохи відкривають. Якщо є терморегулятор, його потрібно виставити на температуру 70-80 °C.

Важливо також, яким вугіллям топити твердопаливний котел. При використанні дрібного палива (до 5 см) його слід змочувати, додаючи на вугілля близько літра води. Оптимальним паливом є від 6 см. Він вимагає змочування. Вода додається лише в тому випадку, якщо потрібно запобігти перегріву котла.

Тепер докладніше зупинимося на тому, як правильно топити твердопаливний котел брикетами. Розпалювання виконується тим самим методом, що і при використанні вугілля. При цьому важливо враховувати, якими брикетами ви топите. При використанні «євродрів» розпалювання виконується трісками та спеціальними дрібними брикетами для розпалювання. Якщо вони відсутні, можна просто подрібнити звичайні брикети. У разі використання торф'яних брикетів розпалювання виконують трісками та дрібними дровами.

Важливо визначитися, якими брикетами краще топити твердопаливний казан. «Євродрова» виготовляються із рослинної сировини. Основу цих брикетів складають сухі тирсу. При горінні вони не утворюється велика кількість сажі. Торф'яні брикети при горінні виділяють багато золи, що призводить до швидкого забруднення колосників та зольника, а також забруднює приміщення, в якому встановлений котел.

Як зробити роботу котла більш ефективною

Користувач повинен знати, як правильно топити твердопаливний котел, щоб досягти його високої ефективності та зменшити необхідну кількість завантажень палива. Внутрішні поверхні котлоагрегату необхідно підтримувати у чистоті. При забрудненні має виконуватися чищення. Це дозволить підтримувати високий рівень ККД обладнання. При забрудненні колосників, стін топки та димоходу, зменшується прохідний переріз, що призводить до погіршення тяги. В результаті суттєво знижується ККД котла. Режим роботи твердопаливного котла також безпосередньо впливає на його ефективність. Він повинен розвивати повну потужність, щоб забезпечити

якісне опалення. Крім того, при інтенсивному горінні утворюється сильна тяга, що зменшує кількість відкладень сажі на робочих поверхнях.

Для роботи котла на повну потужність необхідно своєчасно завантажувати в топку паливо. При цьому важливо дотримуватися описаних вище рекомендацій для кожного з його видів.

Оптимальним варіантом зменшення кількості закладок є додаткове оснащення системи тепловим акумулятором. Він накопичуватиме теплову енергію, вироблену твердопаливним котлом, і віддаватиме її теплоносія при його роботі в режимі малої інтенсивності. Об'єм теплового акумулятора повинен підбиратися виходячи із загального об'єму теплоносія в системі та необхідного часу автономної роботи.[8]

Висновки до розділу 3

1. Усі, хто працює з твердопаливним котлом, повинні суворо дотримуватися вимог, зазначених в експлуатаційній документації, що додається до котла від виробника. Якщо виробник встановлює більш суворі експлуатаційні стандарти, ніж ті, що викладені в нормативних документах, повинні бути дотримані умови, встановлені виробником. Для обслуговування та експлуатації котлів, труб та допоміжного обладнання (насоси, золоуловлювачі тощо) роботодавець повинен призначити оператора, який має сертифікат допуску на обслуговування котлів даного типу.

2. Також слід зазначити, що введення в експлуатацію та експлуатація котла можливе лише за наявності проектної документації, яка підготовлена спеціалізованими проектними організаціями для котелень та котлів. При цьому виробництво, монтаж, модифікація, реконструкція, ремонт котлів та їх елементів повинні здійснюватися тільки підприємствами чи організаціями, які мають технічні засоби, необхідні для якісної роботи, та відповідні державні дозволи Держпраці.

3. Щоб звести до мінімуму проблеми в роботі твердопаливних котлів, необхідно суворо дотримуватися правил їх експлуатації. Адже в більшості випадків поломки або несправності цих приладів пов'язані з неправильною роботою або помилками в проектуванні системи опалення.

4. Покращення інфраструктури газових котлів для спільної роботи з твердопаливними котлами.

4.1 Вплив повільного розгоряння та високої температури газів

Правильна робота твердопаливного котла залежить від кількох важливих факторів. Для того, щоб опалення будинку твердопаливним котлом було не тільки економним, але й нешкідливим для обладнання та димоходу, важливо знати про корисну температуру роботи котла на твердому паливі.

При опаленні будинку котлом на твердому паливі часто користувачі не беруть до уваги мінімальну температуру на подачі в систему опалення. При спалюванні твердого палива в топці котла створюється висока температура, коли виділяються продукти розпаду палива, як піролізних газів. В даному випадку котел повинен працювати без кисневого голодування, паливо в котлі не повинно тривалий час тліти, інакше стінки камери топки і вся сорочка теплообмінника буде постійно обростати шаром смоли. Димар ще більше матиме шар непотрібних відкладень у вигляді смоли. При температурі менше 100С дані продукти розпаду палива не догорають, частина з них виходить через димохід в атмосферу, а частина залишається на внутрішніх стінках котла і димоходу. При цьому великий склад сірки призводить до корозії металу, особливо в частині котла ближче до димоходу. Оскільки частина продуктів горіння просто не згоріли в котлі, Ви недоотримуєте повну теплову енергію палива, що спалюється. Для того щоб, отримувати з палива максимум теплової енергії, не повинно бути тривалої перерви подачі повітря.

При роботі твердопаливного котла мінімум на 65С, у топці постійно тримається висока температура, при якій, наприклад дрова, повністю догоратимуть і передаватимуть теплову енергію з одного кг від 3,4 до 4,1 кВт,

коли за низької робочої температури це ж кількість дров може виділити вдвічі менше тепла, а корисні висококалорійні недогорілі продукти розпаду палива тільки завдадуть шкоди котлу та димоходу, при цьому з димоходу виходить багато шкідливого CO₂. Тому, не важливо як управляється Ваш твердопаливний котел за допомогою механічного регулятора тяги з ланцюжком, або електронним блоком управління з вентилятором нагнітальним повітря, важливо налаштовувати роботу котла на 65С. Наприклад: якщо керування температурою відбувається механічним регулятором, при виході котла в робочий режим 65С, люк який піднімає регулятор тяги не повинен бути повністю закритий, а бути трохи відкритий для постійної подачі невеликої кількості повітря, яке не дозволить далі розгорятися паливу, але і буде підтримувати невелике горіння, щоб уникнути тління палива. Якщо температурою котла управляє електронна автоматика з турбіною, при опаленні дровами або всілякими паливними брикетами, налаштовуйте автоматику з мінімальними паузами подачі повітря після того, як котел вийшов у робочий режим 65С. При цьому Ви отримаєте, максимальне ККД палива, сухе і чисте топлення котла, чистий теплообмінник без смоли, якої важко позбудеться, тривалу роботу на одному завантаженні палива, чистий димар, котельню без запаху гару, стабільно високий ККД котла, тому що стінки теплообмінника, що мають шар смоли знижують ККД котла

Другий важливий фактор, для правильної роботи твердопаливного котла, це температура води, що надходить з системи опалення в котел. Мінімальна температура має бути не нижче 55С. При високій температурі в топці котла, якщо буде надходити менше 55С, на стінці камери топки при високій різниці температур можливе відкладення конденсату. Чим нижче температура теплоносія, що надходить у котел, тим більша кількість конденсату. Шкідливість води на стінках котла це корозія металу та зварних швів. При монтажі котла на твердому паливі рекомендуємо встановити триходовий змішувальний клапан, який захистить твердопаливний котел від

конденсату, і значно продовжить термін служби котла. Його робота полягає в змішуванні двох потоків, теплоносія на подачі з котла, що має високу температуру і теплоносія з обратки системи опалення, що має температуру нижче 55С, якщо теплоносій із системи опалення має вище 55С триходовий клапан повністю відкривається. А коли котел тільки набирає температуру, триходовий клапан закритий, у цьому випадку теплоносій циркулює по малому колу, дозволяючи котлу швидко та безперешкодно вийти у робочий режим. У деяких випадках, коли установка триходового передналаштованого клапана неможлива, наприклад, в гравітаційних системах опалення без використання циркуляційного насоса, рекомендуємо зробити мале коло циркуляції теплоносія з балансувальним краном для здійснення підігріву води, що надходить з обратної системи опалення, т.к. при гравітаційних системах вода значно повільніше циркулює і відповідно швидше остигає.

Правильна експлуатація твердопаливного котла полягає у дотриманні мінімальних робочих температур. Для цього важливо правильно підібрати потужність котла і зробити монтаж з дотриманням обов'язкових норм, і звичайно з можливістю управління температурою в системі опалення, автономно не знижуючи робочі режими котла на твердому паливі.

4.2 Утворення у відвідних трубах конденсату, шлаку

Часто при використанні твердопаливного котла не приділяють особливу увагу димарю. Адже від неї майже на 100% залежить робота всієї системи опалення. Немає достатньої тяги – втрачається потужність котла, котел починає диміти. Використаний димар меншого діаметра - також призводить до значного зниження потужності, так як буде мало кисню для спалювання потрібної кількості палива в одиницю часу. Холодна труба, немає утеплення – відбувається утворення конденсату, який починає стікати по стінках труби у котел.

Роглянемо утворення конденсату. Це рідина, що утворюється на стінках поверхні у вигляді крапель. Однак для конденсату в опалювальній системі при

згорянні палива властива інша хімічна структура. Він складається із кислоти низької концентрації. Причини утворення конденсату :

- вода виділяється з повітря, що потрапило в котел, температура якої значно менша, ніж у газів, що виділяються при згорянні палива, тому вона осідає на металевих стінках теплообладнання;
- при запуску твердопаливного котла вода, яка знаходиться в системі, ще холодна, а та, що в котлі, набагато швидше прогрівається. Внаслідок великої різниці температур утворюється конденсат;
- при використанні вологих дров для розпалювання також виділяється волога, яка згодом осідає на стінках димоходу. Хоча виробниками зазначено, що відсоток вологості дров не повинен перевищувати 20%, проте не всі користувачі твердопаливних котлів дотримуються цієї вимоги;
- у димоході утворенню смолянистих крапель служить використання палива на основі смолянистих порід, наприклад, сосни та ялини.

Але крім вищевказаних причин є найчастіша, яка швидко призводить до руйнування стінок котла, теплообмінника та димоходу – це неправильно розрахована потужність твердопаливного котла. Найчастіше користувачі свідомо встановлюють потужніший котел, щоб відтягнути час вкидання чергової порції палива, але не замислюються про те, що в камері спалювання через знижену потребу воно згоряє не до кінця, а більш довго тліє. Результатом повільного тління стає утворення на внутрішніх стінках котла крапель смоли, які не випаровуються, застигають і з часом перетворюються на одну велику кірку, що знижує ефективність роботи котла і призводить до прогнивання стінок.

Можливі проблеми з димарем

Отже, конденсат – це не просто волога, а слабкий розчин кислоти, що осідає не лише на стінках котла, теплообмінника, а й димової труби. На стінках труб, що виводять, конденсат накопичується або через неправильну роботу котла, або через неправильний вибір димоходу. І в першому, і в другому

випадках на димар доводиться до 60% конденсату в процесі топки. Найбільше застраховані від таких наслідків димарі з нержавіючої сталі, де волога стікає по стінках труб, а ось для цегляних, чавунних чи керамічних матеріалів такої проблеми не уникнути.

Конденсат, який вчасно не усунули, твердне і перетворюється на кірку. Вона не тільки руйнівню діє на покриття димаря, але й з часом звужує його прохід, а отже, знижується рівень тяги. При сильному забрудненні труби тяга може взагалі пропасти. В такому випадку експлуатація системи опалення неможлива.

Також потрібно згадати і те, що конденсат складається не тільки зі смол, які тверднуть при зниженні температури стінок, але й містять кислотні маси, вони повільно роз'їдають металеве покриття, особливо якщо ви придбали недорогий димар, не вкритий захистом від корозії. Таким чином, наявність конденсату в димарі діє не менш руйнівню, ніж на котел. І в тому, і в іншому випадку це може призвести до поганої роботи опалювальної системи або її повного припинення.

Вирішення проблеми утворення конденсату. Важливо розуміти, що повністю позбутися конденсату не вдасться, проте можна істотно скоротити його обсяг, що не так агресивно позначатиметься на роботі та ефективності опалювальної системи. Нижче наведено два найбільш дієві способи.

1. Правильна експлуатація та обв'язування котла Спочатку треба розібратися у причині утворення конденсату. Якщо у вас встановлений сильно потужний котел, тоді обов'язково слід підключити теплоаккумулятор, який забере на себе частину енергії, що зайве виробляється, і виключить тривале тління палива. Наявність буферної ємності не тільки призведе до економії на опаленні, а й дозволить котлу працювати на повну, при цьому скоротити залишки сажі. Робота в інтенсивному режимі дозволяє створити гранично

високу температуру, за якої конденсат випаровується і не залишається на стінках котла, теплообмінника та димоходу.

Якщо у вас встановлений теплоаккумулятор, але проблема з конденсатом не вирішена, варто правильно обв'язати котел.

Схема дій наступна:

- При запуску опалювальної системи після її повного остигання запускати циркуляційний насос не відразу, а лише тоді, коли температура сягне 50 градусів. Однак такий спосіб підходить виключно для котлів зі сталевим теплообмінником, але в жодному разі не для чавунних, оскільки він може не витримати тиску і розколотися.
- Не забувайте про групу безпеки, яка дозволяє контролювати рівень тиску та температури. Елементи безпеки та регулювання встановлюються разом із змішувальним вузлом.
- У проблемі з конденсатом допоможуть термостатичні клапани, які допомагають контролювати рівень температурного режиму. Вони бувають розподільні та змішувальні. Останній встановлюється на систему зворотного контуру, ближче до твердопаливного котла, а розподільний – на малий контур після циркуляційного насоса.

Якщо котел обв'язати за наведеною вище схемою, то через 20 хвилин після запуску системи теплоносій почне надходити в основний контур. Невелика різниця у температурі дозволить уникнути вкрай великого виділення конденсату.

Сенс цієї схеми у тому, що з участю розподільного клапана теплоносій йде по малому контуру, а після нагрівання повільно переходить на великий контур опалення. Така обв'язка дозволяє плавно прогріти систему та уникнути перегріву теплоносія, тим самим знизити до мінімуму конденсат. А якщо температура в теплообміннику буде на рівні 50 градусів, то утворення конденсату зовсім не страшне для опалювального обладнання.

2. Вибір якісного палива. У причинах, що призводять до утворення конденсату, ми перерахували вихід вологи, що міститься у мокрих дровах або використанні деревини із смолянистих порід дерев – ялини чи сосни. Все це потрібно повністю виключити. Особливо це загрожує димоходу. Краще за все використовувати для топки котла:

- Дрова із твердих порід
- Вугілля (буре і кам'яне)
- Пелети
- Пресовані брикети (торф'яні чи дерев'яні).

Все перераховане паливо не тільки є безпечним для котла та димохідної труби, а й довше горить, створюючи при цьому високу температуру. Обов'язково перевіряйте паливо на сухість і виключіть смолянисту деревину, щоб максимально убезпечитися від вироблення конденсату. Найкраще віддавати перевагу пелетам, проте через їхню немалу вартість не кожен може собі дозволити такий вид палива. Як хороша альтернатива виступає вугілля. Воно має високі технологічні параметри, практично не виділяє шкідливих речовин, досить зручний і вигідний у розпалюванні.

Що буде, якщо не видаляти конденсат. За відсутності будь-яких дій конденсат може зруйнувати поверхню за один сезон активної експлуатації котла: неправильне обв'язування котла, відсутність теплоаккумулятора, використання непридатної деревини та інші експлуатаційні порушення.

Конденсат не просто налипає на стінки котла, теплообмінника або димаря, він у процесі переробки палива приєднує до себе частинки сажі та газів, що прямують димарем. Щоразу їх стає все більше і більше, вони утворюють товстий шар, який є дуже щільним і знижує функціональні характеристики опалювальної системи в цілому. Конденсат:

- має руйнівні властивості для металевого покриття.
- потовщення кірки призводить до зниження ККД котла.
- порушує теплопередачу від котла до теплоносія.

- налипаючи на стінки димоходу, робить прохід вужче, тим самим знижуючи рівень тяги.

Крім всіх негативних наслідків конденсат і утворення щільного смоляного нальоту створюють пожежонебезпечну ситуацію, так як продукти згорання, що налипли на стінки котла, можуть спалахнути.

Таким чином, не варто недбало ставитися до такого процесу, як утворення конденсату в процесі опалення. Він може осідати не тільки на димарі, а й на металевих стінках опалювального обладнання, що згодом призведе до руйнування. Тому ви повинні регулярно займатися чищенням, щонайменше один раз на місяць. А якщо котел має фігурну систему теплообміну, то ще частіше. Регламентні роботи з видалення смолянистої кірки проводяться за допомогою спеціальних хімічних розчинів.

4.3 Необхідність постійної подачі палива

Одним із головних недоліків звичайних твердопаливних котлів є необхідність регулярного підкидання дров або паливних брикетів у камеру згорання, що не зовсім зручно і далеко не завжди можливо.

Як продовжити роботу котла від одного завантаження? ККД котла залежить не тільки від якості дров та правильного використання котла. Велике значення має чистота опалювального агрегату. Його конструкція спроектована таким чином, щоб забезпечити найбільшу ефективність згорання палива. Якщо всередині якихось каналів або інших конструктивних елементів котла накопичується сажа або кіптява, його ККД починає помітно знижуватися.

Крім чистоти котла, ефективність його роботи залежить від режиму експлуатації. Йдеться про той рівень навантаження, на якому працює агрегат. Справа в тому, що максимальна продуктивність можлива лише під час роботи котла на повну потужність. Але це також призводить до швидкого згорання палива, що вимагає постійного його підкидання.

Щоб уникнути потреби надто часто відвідувати котельню, в опалювальній системі слід встановити теплоаккумулятор (ТА). Цей апарат

дозволяє накопичувати тепло, вироблене котлом. В результаті за невеликий проміжок часу котел нагріває не тільки радіатори всередині системи опалення, але й запас води теплового акумулятора. Від нього і відбуватиметься нагрівання води в системі протягом декількох годин після того, як паливо в котлі повністю прогорить.

Правильне топлення котла завжди вимагає роботи агрегату на повній потужності. Незалежно від типу палива, його ефективне згоряння можливе лише за умови грамотної експлуатації котла. Добре прогрітий котел, що працює на піку потужності у зв'язці з теплоакумулятором, покаже найвищий ККД і помітно знизить витрати пального в опалювальний сезон.

4.4 Проблеми в розпалюванні твердопаливного котла

Інші проблеми при експлуатації твердопаливних котлів їх причини та спосіб вирішення поданні в наступній таблиці:

Таблиця 4.2

Проблема	Причина	Вирішення
При завантаженні палива, в котел, виходить дим у приміщення	Основна причина піддимування котла – це недостатня тяга в димоході, нестача припливного повітря для горіння	Перевірте стан димоходу. А головне — проконсультуватися з інженерами щодо висоти та діаметру димоходу
На внутрішніх стінках твердопаливного котла налипає смола	Причин може бути декілька: неякісне паливо, не згоряє повністю, низька температура горіння, недостатній приплив повітря, нестача тяги в димоході, але основна причина – це знову ж таки неправильно змонтований твердопаливний котел.	Підніміть робочу температуру котла до рівня мінімум 75 градусів, почистіть котел, встановіть триходовий клапан для контролю температури, не менше 61°, вхідної у котел води. Використовуйте якісне паливо!

Періодично під котлом на твердому паливі з'являється вода – це конденсат.	Даний процес проявляється, коли температура обратки котла нижче 51°	для вирішення даної проблеми необхідно збільшити температуру котла до 75° і встановити триходовий змішувальний клапан для підтримки стабільної температури обратки не нижче 55°.
Йде чорний дим із димової труби	мало припливного повітря для горіння, або використовується не якісне тверде паливо.	Збільшити подачу повітря, використовувати якісне паливо
Паливо в котлі згорає не повністю	Слабка тяга димової труби	Потрібно прочистити димохід та переналаштувати регулятори.
Дрова горять нормально, а вугілля не горить	Розмір димоходу не відповідає потужності котла.	
При нагріванні води в системі опалення сильно піднімається тиск	Розширювальний (компенсаційний) бак пошкоджений або не має достатнього обсягу	
Котел часто засмічується	Мало припливу повітря чи тяги у димарі.	Збільште температуру котла, використовуйте якісне паливо.
Котел перегрівається	Причини можуть бути найрізноманітнішими. Наприклад: надмірне зберігання через несправність циркуляційного насоса, або для Вашого приміщення потрібно менше тепла, ніж генерує котел. У твердопаливних системах складно регулювати потужність, тому пристрій продовжує нагріватись, поки температура не	Цю проблему можна вирішити заздалегідь, встановивши акумуляційну ємність та джерело безперебійного живлення.

	підніметься до точки кипіння і не спрацює захисний клапан. Найчастіше котел перегрівається при аварійному відключенні електроенергії.	
--	---	--

Перераховані вище проблеми характерні для твердопаливних котлів будь-якого типу. Виникають вони, як правило, не через несправності самого опалювального пристрою, а внаслідок неправильної його експлуатації або неграмотного монтажу системи.

4.5 Забезпечення вентиляції приміщень котельної

З точки зору безпеки, котельня має найбільшу кількість небезпечних факторів, тому розрахунок вентиляції котельні слід виконувати з урахуванням протипожежних, електротехнічних та гігієнічних норм.

Через велику різноманітність моделей котлів, які відрізняються не тільки продуктивністю, але і видом палива, розробка вентиляції для таких приміщень не є очевидним завданням.

Найбільш сувору перевірку проходять проекти для газових котелень, і всі базові методики проектування орієнтовані саме на цей тип обладнання. Незважаючи на те, що цього розрахунку достатньо для встановлення котлів інших типів, існує низка специфічних особливостей, які бажано враховувати ще на стадії опрацювання технічного завдання.

Загалом, система вентиляції котельні повинна виконувати такі завдання:

- одно- або потрійний повітрообмін (кратність залежить від типу котла);

- компенсацію обсягів повітря, яке забирається котлом на спалювання палива;
- мінімізацію ризику виникнення зворотного потягу;
- мінімізацію наслідків аварійних ситуацій.

Всі ці завдання вирішуються за допомогою правильної архітектури простору та природної вентиляції, побудованої відповідно до наступних стандартів:

2. НПАОП 0.001.26-96 «Правила улаштування та безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа, водогрійних котлів та водопідігрівачів з температурою нагрівання води не вище 115°C»;
3. ДБН В.2.5-20:2018 «Інженерне обладнання будинків та споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання»;
4. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
5. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні»;
6. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення».

Необхідність створення примусової схеми вентиляції визначають після розрахунку необхідної інтенсивності повітрообміну (якщо розрахунковий переріз повітропроводу перевищує допустимий).

Діаметри повітроводів розраховують, виходячи із співвідношення між обсягом приміщення та мінімальною швидкістю повітряних потоків.

Важливо враховувати, що при розробці вентиляції для котелень, у яких встановлені агрегати із закритою камерою згоряння, застосовуються такі ж нормативи, що й для звичайних опалювальних систем.

Вище ми вже згадували, що система вентиляції в бойлерній або котельні досить універсальна і може бути розрахована за загальною методикою, що застосовується для газового обладнання.

Єдиний вузол, конструкція якого суттєво змінюється залежно від типу котельного обладнання – це димар. Зверніть увагу, що димар і вентиляція - це різні повітропроводи, перетинати які абсолютно неприпустимо.

Відзначимо, що не можна поєднувати систему вентиляції для котла із загальною вентиляцією будинку.

Обчислення вентиляції за кількістю повітрообміну:

$$L = N \times S \times H,$$

де:

L – потужність котла кВт/год;

N - кратність оновлення повітря;

S - площа котельні;

H - висота до стелі в метрі.

Обчислення вентиляції за кількістю членів сім'ї , працівників:

$$L = N \times L_n,$$

де:

L – потужність котла кВт/год;

N - Число членів сім'ї в будинку;

L_n - мінімальна норма споживання повітря на одну особу:

під час відпочинку – 20 м³/год;

при пасивній діяльності – 40 м³/год

при фізичних навантаженнях - 60 м³/год

При розрахунку природної вентиляції беруться до уваги:

- Об'єм котельного приміщення;
- Швидкість проходження повітря по вентканалу;
- Пропорційність висоти котельні до коефіцієнта кратності повітрообміну.

Розберемо приклад розрахунку повітрообміну

Об'єм котельні: 33,6 м³;

Розрахунок повітрообміну:

$$(6\text{м} - 2,8\text{м}) \times 0,25 + 3 = 3,8$$

Де:

6 м - оптимальна висота стелі;

2,8 м дійсна висота стелі;

3м³ - збільшення кратності повітря на кожен метр опускання стелі.

Розрахунок показника циркуляції повітря у приміщенні:

$$33,6 \text{ м}^3 \times 3,8 = 127,68 \text{ м}^3$$

На основі цих даних за таблицею норм і правил визначається діаметр труб, необхідних для прокладання вентиляції для природної системи не менше 200 мм.

Розрахунок обсягу повітря для вентиляції котельні виконують за такою формулою:

$$V = L * S * H * n,$$

Де:

V - обсяг повітря, який потрібно замінити за 1 годину,

L – довжина приміщення,

S - ширина,

H - висота,

n - кратність повітрообміну.

Для газових котлів підлогового типу вентилятор вибирають з урахуванням запасу потужності 20-30% при максимальному навантаженні.

Від грамотного пристрою вентиляції котельні залежить продуктивність роботи обладнання та ваша безпека, тому їй варто приділяти увагу.[12]

Висновки до 4 розділу

1. Правильна робота твердопаливного котла залежить від кількох важливих факторів. Для того, щоб опалення будинку твердопаливним котлом було не тільки економним, але й нешкідливим для обладнання та димоходу, важливо знати про корисну температуру роботи котла на твердому паливі.

При опаленні будинку котлом на твердому паливі часто користувачі не беруть до уваги мінімальну температуру на подачі в систему опалення. При спалюванні твердого палива в топці котла створюється висока температура, коли виділяються продукти розпаду палива, як піролізних газів.

Правильна експлуатація твердопаливного котла полягає у дотриманні мінімальних робочих температур. Для цього важливо правильно підібрати потужність котла і зробити монтаж з дотриманням обов'язкових норм, і звичайно з можливістю управління температурою в системі опалення, автономно не знижуючи робочі режими котла на твердому паливі.

2. Часто при використанні твердопаливного котла не приділяють особливу увагу димарю. Адже від неї майже на 100% залежить робота всієї системи опалення. Немає достатньої тяги – втрачається потужність котла, котел починає диміти. Використаний димар меншого діаметра - також призводить до значного зниження потужності, так як буде мало кисню для спалювання потрібної кількості палива в одиницю часу. Холодна труба, немає утеплення – відбувається утворення конденсату, який починає стікати по стінках труби у котел.

3. Одним із головних недоліків звичайних твердопаливних котлів є необхідність регулярного підкидання дров або паливних брикетів у камеру згоряння, що не зовсім зручно і далеко не завжди можливо.

Як продовжити роботу котла від одного завантаження? ККД котла залежить не тільки від якості дров та правильного використання котла. Велике значення має чистота опалювального агрегату. Його конструкція спроектована таким чином, щоб забезпечити найбільшу ефективність згоряння палива. Якщо всередині якихось каналів або інших конструктивних елементів котла накопичується сажа або кіптява, його ККД починає помітно знижуватися. Від грамотного пристрою вентиляції котельні залежить продуктивність роботи обладнання та ваша безпека, тому їй варто приділяти увагу.

5.Рекомендації щодо підвищення безпеки праці при експлуатації твердопаливних котлів

5.1. Утворення та вплив на людину димових газів

Окис вуглецю — отруйний газ без кольору, запаху, який є продуктом неповного згоряння. Чадний газ має таку ж щільність, як повітря, на відміну

від CO₂, який важчий і тому накопичується біля поверхні землі. У високих концентраціях у повітрі, потрапляючи в легені, СО зв'язується з гемоглобіном крові, блокуючи тим самим здатність зв'язувати кисень з гемоглобіном. Таким чином, елементи крові втрачають здатність доставляти кисень з легенів до тканин організму, що призводить до їх кисневого голодування і в кінцевому підсумку до смерті.

Вуглекислий газ - продукт більш повного окислення вуглецю киснем, ніж чадний газ - також не має кольору і запаху, але має кислий смак. При його високих концентраціях в атмосфері посилюється парниковий ефект.

При високих температурах під час згоряння азот, присутній у паливі N (у повітрі він існує у вигляді молекул N₂), реагує з киснем (O₂), в результаті чого утворюється оксид азоту (II) - NO. Через деякий час цей безбарвний газ окислюється під впливом кисню і утворюється оксид азоту (IV) - NO₂. NO₂ — водорозчинна респіраторна отрута, яка при вдиханні викликає серйозні ураження легенів і сприяє утворенню озону під впливом ультрафіолетової складової спектру сонячного випромінювання. Утворення оксидів азоту залежить від вмісту азоту в паливі, часу перебування азоту в зоні горіння (довжини факела полум'я) і температури полум'я. При температурі полум'я вище 1300 °C поява NO_x різко зростає. Утворення NO_x можна зменшити за допомогою сучасних технологій спалювання, таких як холодне полум'я, рециркуляція димових газів і низький надлишок повітря.

Діоксид сірки (оксид сірки (IV)) — безбарвний токсичний газ з різким запахом. SO₂ утворюється в присутності сірки (S) у паливі і викликає подразнення дихальних шляхів і очей. При взаємодії з водою SO₂ утворює сульфітну кислоту H₂SO₃. Крім того, при горінні частина SO₂ (близько 3-7%) окислюється з утворенням SO₃ (оксид сірки (VI)). Ця біла тверда речовина поглинає велику кількість води з утворенням сірчаної кислоти (SO₃ + H₂O = H₂SO₄), компонента кислотних дощів.

Тугоплавкі вуглеводні утворюються в результаті неповного згоряння палива (рис. 3.1) і сприяють утворенню парникового ефекту. До цієї групи

входять метан (CH_4), бутан (C_4H_{10}) і бензол (C_6H_6). Причини їх утворення подібні до причин утворення чадного газу: неповне згоряння через недостатнє розпилення та перемішування при використанні рідкого палива та нестача повітря при використанні природного газу або твердого палива.

Викиди, викликані неповним згорянням, в основному є результатом недостатнього змішування повітря горіння і палива в камері топки (Рис.5.1), загальним недоліком наявного кисню, занадто низькою температурою, коротким часом перебування і занадто високою концентрацією.

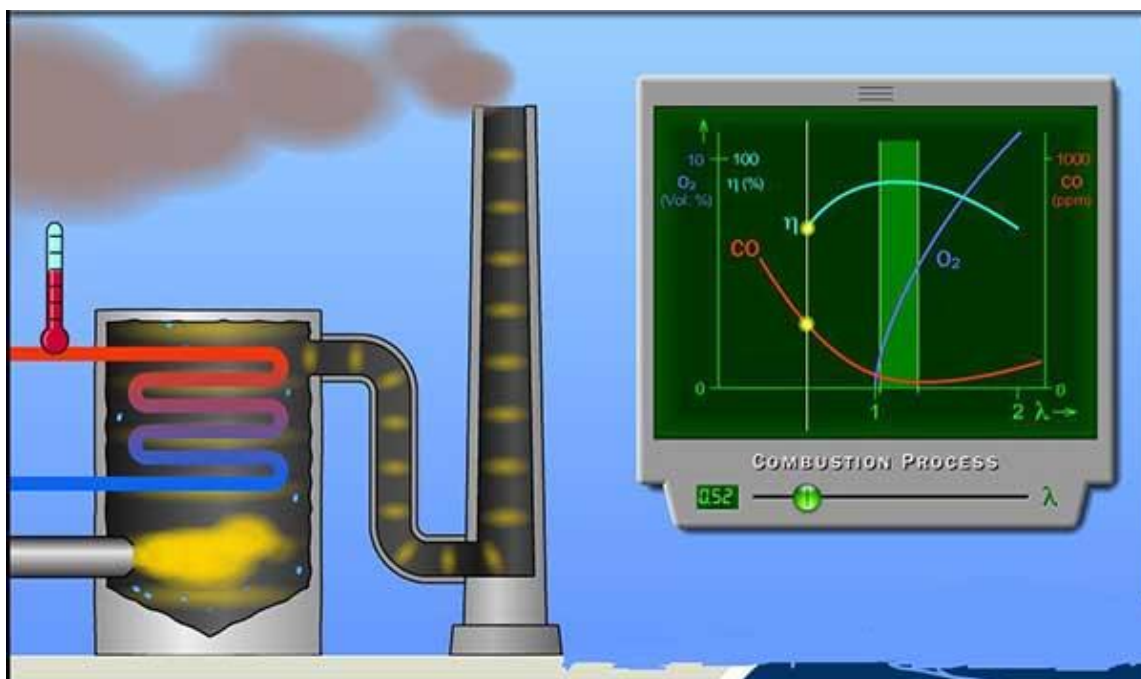


Рис.5.1 Процес неповного згорання палива через нестачу повітря для горіння

Внаслідок неповного згорання в котлах в атмосферу можуть потрапляти наступні компоненти: чадний газ (CO), тверді частинки (ТЧ) та неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС), аміак (NH_3), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ).

У високих концентраціях у повітрі, потрапляючи в легені, CO зв'язується з гемоглобіном крові, блокуючи тим самим здатність зв'язувати кисень з гемоглобіном. Таким чином, елементи крові втрачають здатність доставляти кисень з легенів до тканин організму, що призводить до їх кисневого голодування і в кінцевому підсумку до смерті. Вдихання

концентрації CO 700 ppm в закритому приміщенні приведе до смерті дорослого людини приблизно через 3 години.

Невелика кількість аміаку може виділятися внаслідок процесу неповного згоряння всіх азотовмісних видів твердого палива. Це відбувається в тих випадках, коли температура згоряння дуже низька (каміни, печі, котли старої конструкції).

Викиди, як правило, можна скоротити за допомогою основних заходів, спрямованих на скорочення продуктів неповного згоряння та підвищення ефективності.

Загальна кількість вимірних частинок - тверді частинки в топкових газах, що утворюються в результаті спалювання палива (зокрема, твердих видів мінерального палива та біомаси), ними є вуглець, дим, сажа, тверді частинки з димоходу. Їх можна розділити на три групи продуктів спалювання палива: Перша група утворюється за допомогою газоподібної фази спалювання або піролізу внаслідок неповного згоряння палива (продукти неповного згоряння):

- сажа та органічні частинки вуглецю утворюються в процесі спалювання та з газоподібних вихідних речовин;
- CO та деякі мінеральні сполуки у вигляді каталітичних сполук;
- смоли/частки важких ароматичних сполук внаслідок неповного згоряння вугілля/біомаси, продуктів видалення летких речовин/піролізу (з першого етапу спалювання) та вторинних сірчаних та азотних сполук.

Конденсовані важкі вуглеводні (смолисті речовини) в деяких випадках є основним джерелом загального рівня викидів частинок з дрібномасштабних приладів спалювання твердого палива, таких як каміни, печі та котли старої конструкції.

Наступні групи (друга та третя) можуть містити частинки золи або ценосфер, які, переважно, утворюються з мінеральних речовин у паливі. Вони містять оксиди та солі (S, Cl) металів Ca, Mg, Si, Fe, K, Na, P, важких металів і незгорілий вуглець, що утворився в результаті неповного згоряння вуглецевих матеріалів, чорний вуглець або елементарний вуглець.

Діоксид сірки (оксид сірки (IV)) — безбарвний токсичний газ з різким запахом. SO₂ утворюється в присутності сірки (S) у паливі і викликає подразнення дихальних шляхів і очей. При взаємодії з водою SO₂ утворює сульфітну кислоту H₂SO₃. Крім того, при горінні частина SO₂ (близько 3-7%) окислюється з утворенням SO₃ (оксид сірки (VI)). Ця біла тверда речовина поглинає велику кількість води з утворенням сірчаної кислоти (SO₃ + H₂O = H₂SO₄), компонента кислотних дощів. Захворювання, що спричиняються забрудненням твердими частинками це різні респіраторні захворювання, серцево-судинні захворювання, які можуть призвести до смерті.

Викиди твердих частинок із твердопаливних котлів багато в чому залежить від умов спалювання. Оптимізація процесу спалювання твердого палива завдяки встановленню безперервно регульованих умов (автоматична подача палива, розподіл повітря горіння) призводить до зменшення викидів загальної кількості зважених частинок та зміни розподілу твердих частинок.

Як бачимо, котли можуть мати широкий спектр викидів твердих частинок і ці викиди можуть розділятися на фільтрові і конденсовані фракції. Пропорції варіюються і визначення викидів твердих частинок значною мірою залежить від методу вимірювання.

Законами ЄЕС встановлені норми по викидах димових газів як для обладнання промислового, так і побутового сектора показані в таблиці 5.1.

Норми викидів димових газів за європейськими стандартами.

Клас обладнання	EN 267		EN 676	
	CO (мг/кВт г)	NO _x (мг/кВт г)	CO (мг/кВт г)	NO _x (мг/кВт г)
1	≤ 100	≤ 250	≤ 100	≤ 250
2	< 110	< 185	< 100	< 120
3	≤ 60	≤ 120	≤ 100	≤ 120

Сажа утворюється в результаті неповного згоряння в пальниках. При нормальній температурі вуглець реагує дуже повільно. Для повного згоряння 1 кг вуглецю необхідно 2,67 кг молекулярного кисню. Температура займання: 725 ° С. Нижчі температури призводять до утворення сажі.

У димових газах присутні найдрібніші тверді частинки, майже завжди утворюються при горінні і мають розмір менше 1 мкм. Частинки такого розміру становлять найбільшу небезпеку для здоров'я.

Димові гази також включають компоненти повітря, такі як азот N₂ і непрореагував кисень (згоряння) - O₂, а також водяна пара - H₂O, які по суті не є шкідливими викидами, але їх концентрації в димових газах також важливі для налаштування обладнання для спалювання палива. найбільш безпечний і ефективний режим роботи.

Аналіз димових газів дозволяє визначити концентрацію забруднюючих речовин і максимально ефективно налаштувати систему опалення. В інструкціях з налаштування та експлуатації обладнання для спалювання завжди вказуються концентрації CO, NO_x, SO₂ та C_xH_y у димових газах. Відповідність концентрацій у фактичних викидах працюючого обладнання

концентраціям, зазначеним виробниками систем спалювання палива, є необхідною умовою їх нормальної роботи.

5.2 Вимірювання концентрації газів

Концентрація оксидів азоту у вихідних газах, паливоспалюючих установок зазвичай змінюється в інтервалі концентрації 100-2000 мг/м³. Таким чином, до приладів не пред'являються жорсткі вимоги щодо чутливості та діапазон, що вимірюється, розширюється. Оптимальними є діапазони 0-500 і 0-2000 мг/м³ (0-250, 0-1000 млн-1).

Разом з тим, як і раніше, основні способи визначення оксидів азоту — хемілюмінесцентний, інфрачервоне та ультрафіолетове поглинання припускають застосування спектрометрів. При проведенні аналізів домішок повітря сформувалися перші три концепції проведення вимірів.

1. Безпробовідбірні вимірювання, коли датчик газоаналізатора знаходиться безпосередньо у димовому газі, що вимірюється. І тут виключається конденсація вологи, оптичні компоненти захищаються від пилу з допомогою обдування повітрям. Практика показує, що надійність роботи датчика значною мірою визначається конструктивними особливостями системи захисту оптики.

2. Екстракційна система вимірювання передбачає відбір проб димового газу, його знепилення та осушування зазвичай за рахунок застосування конденсаторів-холодильників. Коректність підготовки проб в атомі випадку залежить від того, наскільки вдалося уникнути абсорбції розчинних компонентів водою, що конденсується. Абсорбцію NO можна знехтувати через його малу розчинність. Однак використовувати цю систему, наприклад, при аналізі NH₃ неможливо.

3. Екстракційна система підготовки проби, що використовує зниження вологості димового газу розведення сухим повітрям. Система виключає конденсацію вологи, отже, є надійнішою проти екстракційної системою без розведення.

Обов'язковою є перевірка концентрації СО у вихлопних газах, що дозволяє оцінити якість згоряння та забезпечує безпеку оператора системи. На жаль, ця перевірка здебільшого проводиться досить рідко, що може призвести до отруєння персоналу.

Вимірювання СО обов'язково проводиться після завершення налаштувань котла, після цього також треба перевірити канали димових газів. Якщо канали проходження газів заблоковуються, то димові гази будуть потрапляти в котельню крізь регулятори управління потоками, наражаючи тим самим на небезпеку.

Для газових вентиляторних пальників ці заходи безпеки не потрібні, так як в таких пальниках димові гази виштовхуються в димохід примусово. Вимірювання слід проводити не раніше ніж через 2 хвилини після запуску пальника, так як підвищений рівень СО знижується до нормального лише через декілька хвилин після запуску системи.

У нашій країні прийняті певні норми ГДК (гранично допустима концентрація шкідливих речовин), що стосуються кількості шкідливих викидів від котелень: це вміст речовин у повітрі, що вимірюється в мг/м³, та у воді, що вимірюється у мг/кг. Дотримання норм дозволяє підтримувати кількість викидів на тому рівні, який не шкодить ні людині, ні навколишньому середовищу.

Скорочення викидів у результаті процесу горіння може досягатися шляхом запобігання утворенню таких речовин (первинні заходи) або шляхом видалення забруднюючих речовин із відпрацьованих газів (вторинні заходи). Умова безпеки - контроль СО/СО₂ в робочому середовищі.

З міркувань безпеки, крім вимірювань димових газів, слід проводити вимірювання СО в навколишньому повітрі, оскільки зворотний потік димових газів може призвести до високої концентрації СО та ризику отруєння оператора. Концентрація вдихуваного повітря людини становить 0,16% за об'ємом і вище (1600 ppm) для людини. Через високу токсичність СО та його

небезпеку для життя (табл. 5.2), це вимірювання необхідно проводити перед усіма іншими вимірюваннями.

Таблиця 5.2

Вплив чадного газу на здоров'я людини

Концентрація СО в повітрі, ppm	Концентрація СО в повітрі, %	Вплив на здоров'я людини
30	0,003	ГДК (макс. Концентрація, при якій період вдихання може перевищувати 8 годин)
200	0,02	Поява легкого головного болю протягом 2 - 3 годин
400	0,04	Поява головного болю в області чола протягом 1 - 2 годин з подальшим поширенням на всю область голови
800	0,08	Запаморочення, нудота і тремтіння в кінцівках протягом 45 хвилин, втрата свідомості протягом 2 години
1,600	0,16	Головний біль, запаморочення і нудота, протягом 20 хвилин. Летальний результат протягом 2 годин
3.200	0,32	Головний біль, запаморочення і нудота протягом 5-10 хвилин. Летальний результат протягом 30 хвилин
6,400	0,64	Головний біль, запаморочення протягом 1 - 2 хвилин. Летальний результат протягом 10 - 15 хвилин
12,800	1,28	Летальний результат протягом 1 - 3 хвилин

Вимірювання навколишнього середовища, як правило, обмежуються вимірюванням вмісту CO в навколишньому повітрі. Для цього можна використовувати детектори чадного газу (рис. 5.2). Однак високі концентрації CO₂ також шкідливі для людей, наприклад, через забиті димові гази. Обидва значення необхідно враховувати, щоб усунути потенційні загрози. Максимально допустима концентрація CO₂ в повітрі робочого приміщення становить 5000 ppm.



Рис 5.2 Сигналізатор чадного газу

Вміст CO₂ є надійним завчасним індикатором отруєння і, отже, оптимально доповнює вимір CO. Паралельний вимір обох значень забезпечує завчасне повне виявлення небезпечних концентрацій.

5.3 Автоматизація роботи котлів

Установка будь-якої автоматики значно скорочує час і силу, які затрачуються на обслуговування твердотопливних котлів. Спрощує і пришвидшує процес, а деякі задачі і зовсім дають змогу виконувати дистанційно, з пультом управління або навіть (в останніх, найбільш сучасних моделях) через Інтернет. Другий фактор, такий же важливий, як і перший – більш ефективне згорання твердого палива. За допомогою автоматики дрова або вугілля горять довше (на 15-30%, в залежності від вологості), виділяють

більше тепла (за рахунок підтримки оптимальної температури горіння), а також згоряють повністю, залишаючи мінімум золи.

Для автоматизації роботи твердопаливного котла існують наступні способи:

- Система безпеки твердопаливного котла: контролює критично важливі показники функціонування котла і автоматично починає свої дії (скидання тиску або зливу майже закипілої води тощо) у разі різкого перепаду тиску, перевищення температури води на виході, зниженого розрідження в топці тощо. Це дозволяє уникати потенційно небезпечних аварійних ситуацій і своєчасно усувати проблеми, що виникають.

- Джерело безперебійного живлення: не зовсім автоматизація котла, але з іншого боку – якщо відключили електроенергію і немає ДБЖ, потрібно терміново бігти гасити котел, зливати воду (якщо вже закипає). А якщо стоїть це обладнання, взагалі нічого робити не потрібно, котел продовжує працювати у штатному режимі.

- Автоматичне завантаження: деякі твердопаливні котли можна обладнати пристроями автоматичного завантаження палива. Йдеться про спеціальні паливні бункери різного обсягу з механізмами автоподачі (наприклад, пелетним пальником). Щоправда, вартість такої автоматизації перевищує вартість котла в кілька разів (хоча і користується попитом). Використання такої системи робить котел повністю автономним від 1 до 7 діб.

- Контроль температуру теплоносія. Температура залежить від кількості повітря, що подається у топку котла на твердому паливі. Аналізуючи встановлені та фактичні температури теплоносія, терморегулятор коригує інтенсивність роботи вентилятора (згідно з встановленими оператором межами температури);

Також для більш автоматизованої роботи використовують регулятор тяги. Принцип роботи пристрою полягає в управлінні повітряними потоками. Алгоритм його дії наступний:

1. Під час горіння палива відбувається нагрівання та розширення теплоносія, який діє на виконавчий механізм, стискаючи пружину.

2. В результаті відбувається ослаблення ланцюжка, що призводить до закриття заслінки та зменшення перетину на виході. Таким чином кількість повітря, що надходить в топку, зменшується, тому процес горіння також уповільнюється.

3. Через зменшення інтенсивності горіння поступово відбувається остигання та звуження теплоносія. Це призводить до того, що пружина повертається у вихідний стан.

4. Після того, як горіння в топці припиняється, пружина призводить до повного відкриття дверцят.

Якщо підсумовувати, крім того, що доведеться рідше втручатися в роботу котла, будь-яка автоматизація значно підвищує його ККД як мінімум на 20%.

5.4 Використання теплового акумулятора, як можливість підвищення системи безпеки опалення

Як відомо, котел на твердому паливі має кілька циклів у своїй роботі, які відрізняються режимами тепловиділення — розпалювання, безпосередньо прогорання твердого палива, тління тощо. І кожен із циклів супроводжується своєю інтенсивністю тепловиділення, що спричиняє сплески подачі енергії та, відповідно, нерівномірне обігрів приміщення. Для усунення таких особливостей сконструйовані спеціальні агрегати, які мають назву «теплоакумулятори», або баки, що акумулюють, або буферні ємності, або ємності, що акумулюють, для твердопаливних котлів опалення(рис.5.3).



Рис. 5.3 Тепловий акумулятор

Конструктивно твердопаливний теплоаккумулятор є спеціальною ємністю з теплоносієм, яка швидко нагрівається в процесі згоряння палива в топці котла. Після того, як тепловий агрегат перестає працювати, акумулятор віддає своє тепло, тим самим підтримуючи оптимальний температурний режим. У поєднанні з сучасним котлом, що працює на твердому паливі, тепловий акумулятор дозволяє досягти практично 30% економії палива і підвищення ККД системи. Теплоаккумулятор виступає стабілізатором температурного режиму та допомагає уникнути перегріву системи. Він допоможе реалізувати додатковий захист у системах з примусовою циркуляцією у разі відключення електроенергії, не допускаючи перегріву води у котлі. Розглядаючи ємність як вузол гідророзв'язки, його можна підключити за змішаною схемою з котлом, вище за нього і трубами більшого діаметра для підтримки природної циркуляції. У цей час роздача по радіаторам буде здійснюватися насосом у примусовому порядку.

Завдяки контролю температури за допомогою теплобака можна уникнути охолодження приміщення та налагодити автоматизований процес обігріву. Наявність буферної ємності дозволяє правильно налагодити роботу опалювальної системи та продовжити термін служби котла.

Отже у схемах обв'язування твердопаливних котлів тепловий акумулятор дозволяє регулювати теплоспоживання, зменшити частоту

завантажень палива, підвищити ефективність роботи котла за рахунок повного завантаження навіть улітку та забезпечити безпечну експлуатацію твердопаливного котла.

Порівняльні характеристики роботи твердопаливного котла з теплоаккумулятором і без нього наведено на рис. 5.4

Твердопаливний котел з теплоаккумулятором і без нього	
	
Робота ТП котла без термоаккумулятора	Робота ТП котла з термоаккумулятором
✗ Можливість закипання і вибуху котла від перегріву 	✓ Захист котла від вибуху в результаті перегріву 
✗ Робота не в оптимальному режимі 	✓ Робота в оптимальному режимі 
✗ ККД змінюється залежно від режиму роботи 	✓ Постійно максимальний ККД 
✗ Перевитрата палива 	✓ Економія палива до 30% 
✗ Велика кількість сажі та дьогтю в димоході 	✓ Зменшення відкладень в котлі і димарі 
✗ Термін служби обладнання 	✓ Термін служби обладнання 

Рис 5.4 Робота твердопаливного котла з теплоаккумулятором і без нього.

Висновки до 5 розділу

1. Для дотримання безпечних умов роботи твердопаливного котла кожен працівник повинен суворо виконувати вимоги, зазначені в експлуатаційній документації, що додається до котла від виробника.

2. Прийняття оператора котельні до самообслуговування котельні здійснюється наказом. На робочих місцях повинні бути вивішені схеми підключення котлів. Забороняється залишати котел з тепловіддачею понад 0,1 МВт при спалюванні палива в камері без постійного нагляду, дозволяється

лише при встановленні автоматики, сигналізації та захисту, які забезпечують безпечну роботу.

3. З метою зменшення присутності людини котли оснащені елементами автоматики. . В експлуатації такі котли не вимагають присутності людини протягом тривалого часу. Але якими б вони не були, все одно доведеться завантажувати паливо в попередній бункер хоча б раз на тиждень або місяць.

4. Перехід теплоносія з рідкого стану в газоподібний після досягнення певної температури проходить досить швидко. Тому для гасіння стрибків тиску треба обов'язково використовувати групу безпеки. До неї відносяться: запобіжний клапан, розширювальний бак; в системі опалення - охолоджуючий контур.

5. Оскільки ККД контуру охолодження відносно низька, рекомендується встановити тепловий акумулятор, який забезпечить більш надійний захист від перегріву. Буферна ємність значно збільшує загальну кількість теплоносія в системі, роблячи її більш стабільною і захищеною від характерних для неї проблем.

Загальні висновки

1. У роботі виконано важливе науково-практичне завдання щодо розробки заходів із підвищення безпеки експлуатації твердопаливних котлів у сукупності с газовими котлами та самостійно на основі оцінки негативного впливу комплексу шкідливих та небезпечних чинників.

2. Існує величезна кількість видів твердопаливних котлів. Сьогодні ці агрегати характеризуються найсучаснішими технологіями та оснащені автоматикою. Вони легко окупаються за рахунок дешевого палива. Такі агрегати є як альтернативою газовим і електричним котлам, так і можуть працювати разом з ними.

3. З метою підвищення безпеки праці при експлуатації твердопаливних котлів необхідно звернути особливу увагу на дотримання наступних правил:

- Твердопаливний котел необхідно ретельно очистити, так як наявність смоли і сажі на поверхні теплообміну зменшує тепловіддачу і збільшує витрату палива. Дверця для завантаження та дверця зольника повинні бути щільно закриті.

- Очищають твердопаливний котел перед пуском топки і тільки після охолодження камери згоряння. Очищення внутрішньої поверхні слід проводити сухим способом без використання води та миючих засобів. Частинки з водою можуть призвести до витоків у вихлопній системі. Якщо виробнича необхідність змушує форсувати котли, регулярно проводити оцінку потенційного впливу перевантаження і доводити її до відома керівництва.

- Коли котел вимкнений на тривалий час, тримайте його в теплі. Під час охолодження заповнюйте азотом, щоб повітря та кисень не потрапляли в котел під час зберігання, використовуйте сульфат натрію для поглинання кисню з котлової води.

- Якість зворотного конденсату необхідно постійно контролювати, щоб забезпечити негайний скид в каналізацію у разі забруднення конденсату внаслідок аварії технологічного обладнання.

4. Обов'язковим є контроль концентрації СО у вихлопних газах, що дає можливість оцінити якість згоряння та забезпечує безпеку оператора системи. На жаль, такі перевірки зазвичай проводять періодично, що може призвести до отруєння персоналу.

5. Перехід теплоносія з рідкого стану в газоподібний після досягнення певної температури проходить досить швидко. Тому для гасіння стрибків тиску треба обов'язково використовувати групу безпеки. До неї відносяться: запобіжний клапан, розширювальний бак; в системі опалення - охолоджуючий контур.

6. Оскільки ефективність охолоджуючого контуру відносно невисока, то для забезпечення більш надійного захисту від перегріву рекомендується встановлювати теплоаккумулятор. Буферна ємність значно збільшує загальний обсяг теплоносія в системі, що робить її більш стабільною і захищеною від характерних для неї проблем.

Список використаних джерел

1. Твердопаливні котли - види, конструкція, принцип роботи, переваги і недоліки. Режим доступу - <https://bio.ukr.bio/ru/articles/10831/>
2. Опалювальні котли на твердому паливі. Режим доступу - <https://teplo.guru/kotly/tverdotoplivnye/otopitelnye-kotly-na-tverdom-toplive.html>
3. Як вибрати твердопаливний котел: розрахунки та пояснення - <https://prostroymaterialy.com/kakoy-moshchnosti-vybrat-tverdotoplivnyy-kotel-raschety-i-poyasneniya/>
4. Схема твердопаливного котла тривалого горіння – креслення, пристрій. Режим доступу - <http://poradu24.com/remontu/uteplennja/sxema-tverdopalivnogo-kotla-trivalogo-gorinnja-kreslennja-pristrij.html>
5. Схеми твердопаливних котлів. Режим доступу - <https://cotlix.com/sxemy-tverdotoplivnyx-kotlov>
6. Як підключити два котла в одну систему опалення: газові та твердопаливний котли - <https://exsys.com.ua/pidkliuchennia-tverdopalyvnoho-i-hazovoho-kotla-v-odnu-systemu/>
7. Який твердопаливний котел купити в Україні? Ціни і вибір. Режим доступу - <https://blog.eko.house/tverdotoplivnyj-kotel-kupit-cena/>
8. Проблеми з твердопаливним котлом . Режим доступу - <https://santechbomba.ru/publications/problems-s-tverdotoplivnym-kotlom-i-metody-ikh-resheniya/>
9. Твердопаливний і газовий котел в одній системі, як підключити і що потрібно знати доступу - <https://vremya-stroiki.net/tverdotoplivnyj-i-gazovyj-kotel-v-odnoj-sisteme-kak-podklyuchit-i-chto-nuzhno-znat/>
10. Як уникнути проблем при експлуатації котлів. Режим доступу - https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1450

11. Основні вимоги з безпеки праці при експлуатації твердопаливних котлів. Режим доступу - <http://oppb.com.ua/articles/osnovni-vymogy-z-bezpeky-praci-pry-ekspluatsiyi-tverdopalyvnyh-kotliv>
12. Безпека праці під час експлуатації котелень .Режим доступу - <http://pl.dsp.gov.ua/archives/872>
13. Безпека твердопаливних котлів. Режим доступу - <https://termico.com.ua/bezopasnost-tverdotoplivnyh-kotlov/>
14. Е. А. Штокман «Теплогазоснабжение и вентиляция» Навчальний посібник. 2013. - 177с.
15. С. Беликов «Гидроаккумуляторы и расширительные баки» Навчальний посібник. 2014. - 48с.
16. НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском.
17. НПАОП 0.001.26-96 «Правила улаштування та безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа, водогрійних котлів та водопідігрівачів з температурою нагрівання води не вище 115°С»;
18. ДБН В.2.5-20:2018 «Інженерне обладнання будинків та споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання»;
19. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
20. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні»;