

Міністерство освіти і науки України
Мирогощанський аграрний коледж коледж



Методичні
рекомендації
з дисципліни
«Основи теплотехніки і гідравліки»

Тема: Котельні установки.

Тема: Котельні установки

План лекції:

1. Котельні установки, їх типи.
2. Принципова схема котельної установки.
3. Основне і допоміжне обладнання котельних установок. Склад котельної установки.
4. Тепловий баланс котельного агрегата.
5. Корисно використана теплота. Витрата теплоти і к.к.д. котельного агрегата.
6. Годинна витрата палива.

Мета: вивчити призначення, будову та принцип дії, а також ознайомитись з основним і допоміжним обладнанням котельної установки.

Метод: самостійне опрацювання матеріалу лекції студентами.

Матеріальне забезпечення: методичні рекомендації до вивчення даної теми, плакати, підручник.

Використана література:

1. Черняк О.В., Рибчинська Г.Б. **Основи теплотехніки і гідравліки.** - Київ: Вища школа, 1982р.-223с.
2. Драганов Б.Х., Бессараб О.С. **Теплотехніка.** - Київ: Фірма «ІНОКС», 2005.-400с.
3. Дідур В.А., Стручаєв М.І. **Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві.** - К.: Аграрна освіта, 2008.-233с.
4. Драганов Б.Х., Міщенко А.В., Борхаленко Ю.О., **Основи теплотехніки і гідравліки:** Навчальний посібник /За ред. Б.Х. Драганова. - Київ.: Аграрна освіта, 2010. – 495 с

Котельні установки

Котельна установка — це комплекс пристроїв і агрегатів, призначений для одержання пари або гарячої води за рахунок спалювання палива або використання сторонніх теплджерел. Вона складається з котлового агрегату і допоміжного устаткування, що служить для підготовки і подачі палива, води, повітря, видалення й очищення димових газів, видалення золи і шлаку, які утворюються при спалюванні твердого палива.

Котловий агрегат являє собою комплекс пристроїв для одержання пари високого тиску або гарячої води. Він складається з топки, водяного економайзера, повітропідігрівника, каркаса, обмурівки, обшивки, системи трубопроводів, арматури, приладів контролю й автоматики.

За призначенням котли поділяються на парові і водогрійні. У сільськогосподарському виробництві пара, вироблена у парових котлах, використовується в основному на технологічні потреби на тваринницьких і птахівницьких фермах, у теплицях (запарювання кормів, пастеризація молока, знезаражування ґрунту теплиць), а також у системах опалення виробничих,

комунальних і інших будівель. Гаряча вода, що одержується у водогрійних котлах, йде в системи опалення і вентиляції, а також водопостачання (для миття посуду і технологічного устаткування, готування їжі, у душові і ванни, автопоїлки, для обробки тушок бройлерів перед видаленням оперення, для роботи яйцемиючих машин, для санітарної обробки приміщень).

Котельні агрегати, що не мають власної тюпки і обігріваються відхідними газами промислової енергетичної установки (наприклад, печі), називають котлами-утилізаторами.

Котельні установки, що постачають паром турбіни електричних станцій, називають енергетичними, а котельні установки, що постачають паром системи опалення і виробничих споживачів,— відповідно опалювальними і виробничими.

В автономних котельних установках джерелом теплової енергії служить паливо, що спалюється,— тверде (вугілля), рідке (мазут) або газоподібне (природний, доменний газ і ін.), електрична й атомна енергія (наприклад, в енергоблоках атомних електростанцій).

Найважливішими характеристиками парових котлів є паропроодуктивність (кг/год або т/год), робочий тиск (Па) і температура пари (°С або К), а водогрійних — теплова потужність (кВт), робоча температура гарячої води (°С або К) і розрахунковий тиск у котлі (Па). Найбільш великими є енергетичні котли, паропроодуктивність яких досягає 3950 т/год. У сільськогосподарському виробництві застосовуються котли малої і середньої продуктивності.

СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

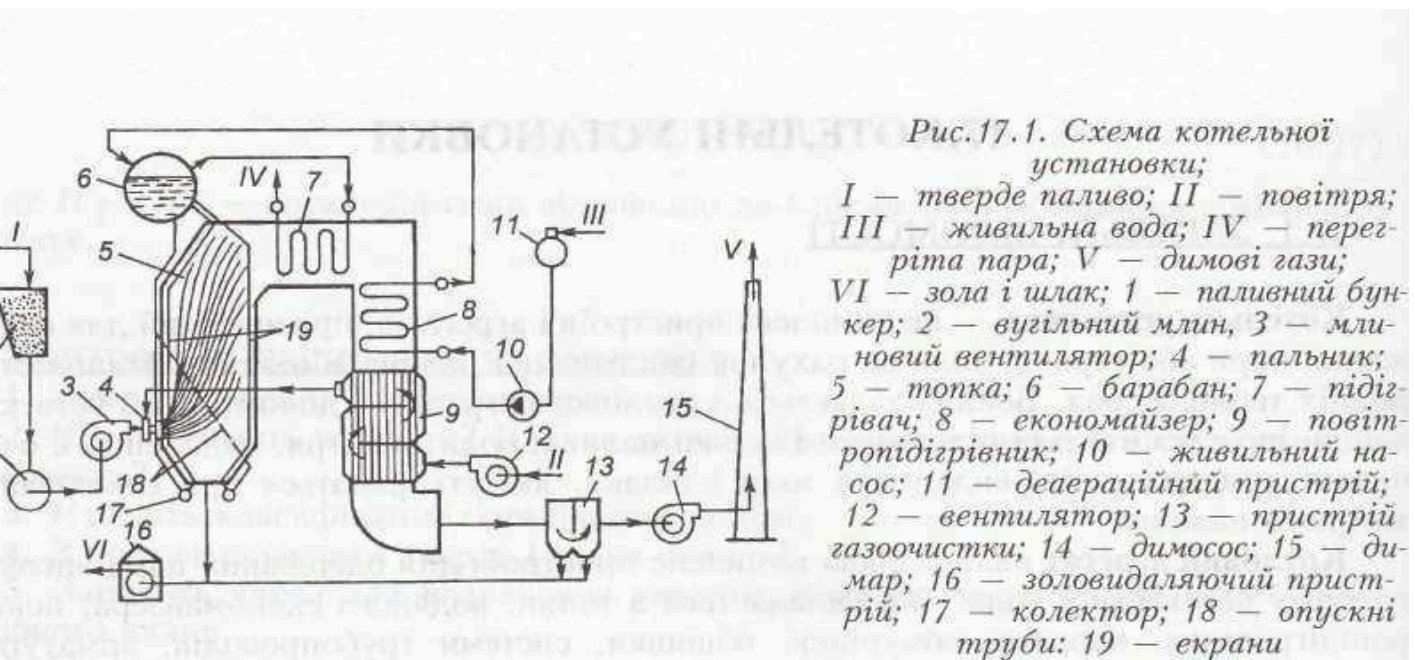
На рис. 17.1 показана загальна схема котлової установки, що працює на твердому паливі (пилоподібному вугіллі). Паливо з приймального бункера 1 подається в вуглеподрібнювальний млин 2. Після розмелу пилоподібне паливо за допомогою вентилятора 3 подається в пальник 4. До пальника підводиться також необхідне для горіння повітря, яке дуттьовим вентилятором 12 попередньо продувається через повітропідігрівник 9, де воно сприймає теплоту вихідних димових газів. Живильна вода перед подачею в котел проходить систему водопідготовки, тобто звільнення від розчинених у ній мінеральних солей шляхом іонообмінної сорбції (на схемі не показана), і деаерацію (звільнення від розчиненого у воді повітря). Після деаераційного пристрою 11 вода живильним насосом 10 подається у водяний економайзер 8, де вона попередньо підігрівається вихідними димовими газами і надходить у барабан 6 котла. Котел обладнано системою опускних труб 18, по яких вода з барабана 6 опускається в колектори 17, і системою випарних труб (екранів) 19, по яких утворена в результаті випаровування води пароводяна суміш повертається назад у барабан 6 (схема з природною циркуляцією води і пароводяної суміші в трубах), а також пароперегрівником 7.

При згорянні палива утворюються високотемпературні димові гази з температурою близько 1500°C , які, переміщуючись у топці 5, випромінюють теплоту на екрани 19, що розташовані вздовж стін топки. Охолоджуючись у верхній частині топки до температури близько 1000°C , димові гази далі послідовно проходять через пароперегрівник 7, економайзер 8 і повітропідігрівник 9, де додатково віддають свою теплоту і відповідно охолоджуються. Вихідні димові гази, що мають температуру $120\ldots 130^{\circ}\text{C}$, проходять газоочисний пристрій 13, який служить для уловлювання часток золи, що виносяться газами з топки 5, і за допомогою димососа 14 направляються в димову трубу 15. Утворені при згорянні твердого палива зола і шлак видаляються потоком води за допомогою золовидаляючого пристрою 16.

Насичена водяна пара, що утворилась в екранах 19, надходить у барабан 6, де відокремлюється від залишків води, і, проходячи через пароперегрівник 7, підвищує свою температуру (тиск пари при цьому залишається постійним).

Для інтенсифікації теплообміну і підвищення надійності котла в сучасних конструкціях котельних установок рух води і пароводяної суміші організується певним чином. Розрізняють схеми котельних установок із природною циркуляцією води і пароводяної суміші, з багаторазово примусовою циркуляцією і прямоточну.

У схемі з природною циркуляцією організований рух води і пароводяної суміші відбувається внаслідок різниці їхньої густини: в опускних трубах, розташованих у холодній зоні, вода, як більш густе середовище, опускається вниз і надходить у колектор; у випарних трубах, розташованих у зоні нагрівання, пароводяна суміш, що утворюється в результаті інтенсивного пароутворення, як



більш легке середовище, піднімається нагору. Таким чином, відбувається безперервна природна циркуляція води і пароводяної суміші в трубах котла, що сприяє інтенсифікації теплопередачі від димових газів до пароводяної суміші.

У схемі з примусовою циркуляцією рух води і пароводяної суміші по замкнутому контуру здійснюється насосом. Це забезпечує більш високі швидкості

руху пароводяної суміші у випарних трубах і, як наслідок, більш інтенсивну теплопередачу від димових газів до пароводяної суміші.

ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ПАРОВОГО КОТЛА

Тепловий баланс котельного агрегату записують звичайно для стаціонарних умов для 1 кг твердого або рідкого палива або 1 м³ газоподібного палива, при нормальних фізичних умовах (0 °С і 760 мм рт. ст.).

Прибуткова частина теплового балансу називається наявною теплотою. Вона складається з нижчої теплоти згоряння палива в розрахунку на робочу масу палива Q_H^P , фізичної теплоти Q_{Π} , що вноситься в топку паливом, фізичної теплоти повітря $Q_{\Pi O}$, що надходить у повітропідігрівник, і фізичної теплоти пари $Q_{\Pi P}$, що використовується для розпилення рідкого палива (якщо котел працює на рідкому паливі):

$$Q_{H.T} = Q_H^P + Q_{\Pi} + Q_{\Pi O} + Q_{\Pi P} \quad (17.1)$$

де $Q_{\Pi} = c_{\Pi} t_{\Pi}$;

c_{Π} - питома теплоємність палива;

t_{Π} — температура палива, °С;

$Q_{\Pi O} = \alpha_r V_0 c'_{\Pi O} t_{\Pi O}$;

α_r — коефіцієнт надлишку повітря у відхідних газах;

V_0 — кількість повітря, теоретично необхідна для горіння;

$c'_{\Pi O}$ — питома об'ємна теплоємність повітря;

$t_{\Pi O}$ — температура холодного повітря перед повітропідігрівником;

$Q_{\Pi P} = g_{\Pi P} (h_{\Pi P} - h_{\Pi O})$;

$g_{\Pi P}$ - питома витрата дуттьової пари;

$h_{\Pi P}$ — ентальпія дуттьової пари;

$h_{\Pi O}$ — ентальпія водяної пари в димових газах.

Звичайно, $Q_H^P \gg Q_{\Pi} \gg Q_{\Pi O}$, $Q_{\Pi P}$, тому в наближених розрахунках можна прийняти: $Q_{H.T} \cong Q_H^P \cong Q_H$.

Видаткова частина теплового балансу $Q_{\text{вид}}$ складається з теплоти, використаної в котлі, пароперегрівнику і водяному економайзері (корисно використана теплота) Q_1 , та втрат теплоти із відхідними газами Q_2 хімічної неповноти згоряння палива Q_3 , від механічної неповноти згоряння палива Q_4 , в навколишнє середовище Q_5 фізичною теплотою шлаків Q_6 . З урахуванням прийнятих позначень тепловий баланс котла можна представити у вигляді:

$$Q_{H.T} = Q_{\text{вид}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (17.2)$$

Розділивши (17.2) почленно на $Q_{H.T}$ і помноживши на 100, одержимо тепловий баланс у відсотках до наявної теплоти:

$$100 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6, \quad (17.3)$$

де $q_1 = Q_1 / Q_{H.T}$; $q_2 = Q_2 / Q_{H.T}$; $q_3 = Q_3 / Q_{H.T}$; $q_4 = Q_4 / Q_{H.T}$; $q_5 = Q_5 / Q_{H.T}$; $q_6 = Q_6 / Q_{H.T}$.

Коефіцієнт корисної дії котла брутто $\eta_{\text{до}}$ визначають як відношення корисно використаної теплоти Q_1 у (17.2) до всієї наявної теплоти $Q_{\text{нт}}$:

$$\eta_k = \frac{Q_1}{Q_{\text{нт}}} \cdot 100 = q_1 = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6). \quad (17.4)$$

При прямому (конструктивному) розрахунку величини q_3, q_4, q_5 задаються на основі певних рекомендацій в залежності від конструкції котла, топки, типу палива, наявності і конструкції допоміжних пристроїв, а тепловтрати q_2 визначають, задаючись температурою вихідних газів. Температуру вихідних газів при розрахунку котла приймають звичайно рівною 120.. 170 °С. Втрати теплоти з вихідними газами, як правило, складають $q_2 = 6..15 \%$, витрати від хімічної неповноти згоряння $q_3 = 0..2 \%$, витрати від механічної неповноти згоряння — $q_4 = 1..2 \%$, втрати в навколишнє середовище через огорожувальні конструкції котлової установки — $q_5 = 0,5..3 \%$. втрати з фізичною теплотою шлаків $q_6 = 1..5 \%$.

Витрати палива для котельної установки, що працює з відбором перегрітої і насиченої пари, можна розрахувати за формулою:

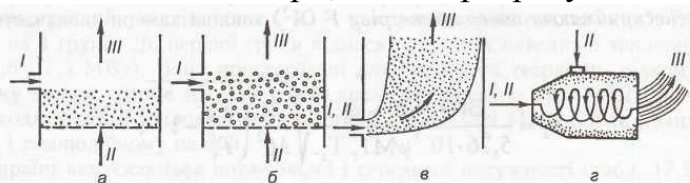


Рис. 17.5. Схеми топків:

а — шарова, б, в, г — камерні, (б — з киплячим шаром, в — факельна, г — вихрова),
I — паливо, II — повітря, III — димові гази

$$B = \frac{D(h_{\text{пер}} - h_{\text{ж}}) + D_{\text{пр}}(h' - h_{\text{ж}}) + D_{\text{н}}(h'' - h_{\text{ж}})}{Q_p \eta_k}$$

(17.5)

де B — витрата палива, кг/год, або м³/год;

$D, D_{\text{пр}}, D_{\text{н}}$ — витрати перегрітої пари, продувної води і насиченої пари, кг/год;

$h', h'', h_{\text{ж}}$ — ентальпія перегрітої пари, продувної води, насиченої пари і живильної води, кДж/кг.

ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЙ КОТЛІВ ДОПОМІЖНІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ

Топка — це елемент конструкції котла, призначений для спалювання органічного палива, часткового охолодження продуктів згоряння і видалення золи. Топки підрозділяють на шарові і камерні. У шарових топках тверде кускове паливо, що спалюється, утворює нерухомий шар, який рухається в поперечному напрямку, палива, що продувається потоком повітря, необхідного для горіння. У камерних топках спалюється газоподібне, рідке або тверде паливо (останнє в зваженому стані). Розрізняють наступні різновиди камерних топків: з киплячим шаром, факельну і вихрову. У топках з киплячим шаром спалюється тверде грубозернисте паливо, що псевдозріджується повітрям, подаваним на горіння. Частки палива частково перемішуються по об'єму «киплячого шару», але не виносяться з нього газом. У факельних і вихрових топках спалюється газове, рідке або тверде пилоподібне паливо. Рідке паливо при подачі в топку диспергується на

дрібні краплі за допомогою форсунок, а тверде пилоподібне паливо подається в топку разом з потоком повітря у зваженому стані. Факельні топки чутливі до режиму роботи. Більш досконаліми топковими пристроями є вихрові, у яких пилоподібне паливо переміщується в камері в закрученому потоці.

Способи спалювання палива можна класифікувати за відношенням швидкості руху повітря в топці $W_{\text{пов}}$ до швидкості руху часток палива $w_{\text{п}}$. Згідно з цим параметром розрізняють такі технології спалювання палива:

$W_{\text{пов}} \gg w_{\text{п}}$ — у щільному фільтрувальному шарі шарових топок (рис. 17.5, а);

$W_{\text{пов}} \gg w_{\text{п}}$ — у псевдорозрідженому (киплячому) шарі (рис. 17.5, г);

$W_{\text{пов}} \approx w_{\text{п}}$ — в потоці повітря топки з факельним процесом (рис. 17.5, б);

$W_{\text{пов}} \leq w_{\text{п}}$ — у завихреному потоці циклонної камери (рис. 17.5, з).

Випарні поверхні котлів з робочим надлишковим тиском пари більше 68,7 кПа (екрани і конвективний пучок) виконують у вигляді паралельно включених вертикальних піднімальних труб діаметром 30...83 мм, розташованих одна до одної з зазором 4...6 мм і з'єднаних між собою колекторами. Барабани котлів мають звичайно діаметр 1,2...1,8 м.

Перегрівники поділяють на радіаційні і конвективні в залежності від переважаючого у них способу передачі теплоти. Радіаційні пароперегрівники розташовують у топці або газоході у зоні високої температури димових газів, тому основний потік теплоти до них передається за рахунок випромінювання. Конвективні пароперегрівники поміщають у газоходи в зоні низької температури, тому передача теплоти в цьому випадку відбувається переважно шляхом конвекції. Пароперегрівники виготовляють із труб діаметром 22...54 мм. У залежності від напрямку руху пари і газу вони бувають прототечійними, протитечійними і зі змішаним рухом потоків (рис. 17.6.).

Економайзери служать для підігріву живильної води газами, що відходять з топки, перед її надходженням у випарну частину котла.

17.6. Схеми потоків у пароперегрівниках
а, б — газ; в — протитечійна, г — змішана

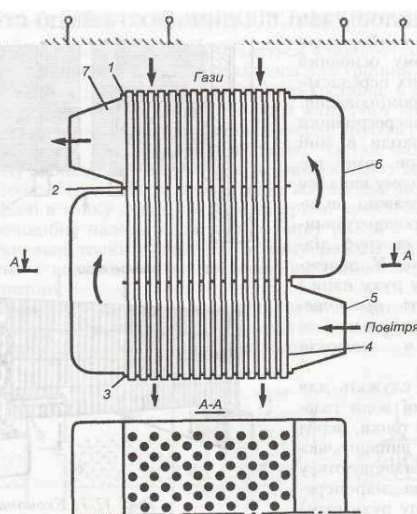


Рис. 17.8. Схема триходового (по повітря) трубчастого рекуперативного повітропідігрівника:
1, 2 і 3 — трубні дошки; 4 — труби; 5 — вхідний короб; 6 — передпусковий короб; 7 — вихідний короб

їх розташовують у газоході котла за пароперегрівниками (по ходу руху газу) і виготовляють зі сталевих або чавунних труб, зібраних у пакети (рис. 17.7). Чавунні труби мають звичайно зовнішнє оребрення для підвищення інтенсивності тепловіддачі від димових газів до стінки труб, що у даному випадку лімітує загальну інтенсивність тепловіддачі. Рух

води в трубах вертикальний — знизу нагору, при цьому пухирці повітря, що виділяються при нагріванні води, також переміщуються нагору і не

перешкоджають рухові води в трубах.

Розрізняють економайзери киплячого і некиплячого типу. У економайзерах першого типу до 20 % води перетворюється на пару. При проектуванні економайзерів передбачають, щоб температура води на їхньому вході була приблизно на 10° вище температури точки роси димових газів. Тоді на зовнішній стінці труб не відбувається конденсація водяної пари, що міститься в газах, а, отже, немає головної умови інтенсивної корозії труб.

Повітропідігрівники — пристрої для підігріву повітря відхідними димовими газами перед подачею його в топку котла. Їх будують за схемою рекуперативних або регенеративних теплообмінників. Рекуперативні повітропідігрівники виконують у вигляді трубчастого багатоходового по повітрю теплообмінника (рис. 17.8). Димові гази рухаються по вертикальних сталевих трубах діаметром 30...40 мм, а повітря омиває їх ззовні, переміщаючись в поперечному напрямку. У регенеративних повітропідігрівниках робочий простір барабана розділений на ряд секцій вертикальними перегородками, що запобігають змішуванню потоків димових газів і повітря. При обертанні барабана металева насадка поперемінно знаходиться в зоні дії димових газів і повітря, відповідно нагрівається, або охолоджується, передаючи теплоту від димових газів до повітря.

Обмуровування котла являє собою вогнетривку і теплоізоляційну конструкцію, що служить для зменшення теплових втрат у навколишнє середовище і створення газової щільності. Воно виконується з вогнетривкої цегли, вогнетривких плит, або інших теплоізоляційних матеріалів, скріплених металевими скобами й розміщених у металевій обшивці. Теплова ізоляція вибирається такої товщини, щоб забезпечити неперевищення заданого відсотка тепловтрат у навколишнє середовище q_5 і неперевищення (відповідно до санітарних норм) температури зовнішньої поверхні ізоляції (55°C).

Водопідготовка. Необхідність підготовки живильної води перед подачею в котел диктується тим, що в ній містяться небажані домішки: нерозчинні суспензії (пісок, глина, глей), розчинені у воді солі (магнію і кальцію), а також корозійно-активні гази (кисень і вуглекислий газ). Нерозчинні суспензії (механічні домішки) приводять до підвищеного зносу насосів, клапанів, засміченню поверхні нагріву котла й арматури. Очищення води від механічних домішок здійснюють шляхом відстоювання або фільтрування. В останньому випадку воду пропускають через шар дрібного гравію, кварцу, мармурової крихти або антрациту.

Солі, відкладаючись на поверхнях нагріву, утворюють шар накипу, що різко погіршує теплопередачу від газів до води, тому що теплопровідність накипу в 20...30 разів менше теплопровідності металу. Наслідком цього є зниження економічності котла через підвищення температури димових газів і металевих стінок, що приводить до більш швидкого їхнього прогару. Видалення солей з води (зм'якшення води) проводиться різними методами — як до надходження води в котел, так і в самому котлі. Докотлова обробка води з метою видалення накипоутворювачів здійснюється хімічним методом: за рахунок II хімічної сполуки з гашеним вапном, каустичною або кальцинованою содою, або шляхом пропускання твердої води через іонообмінники, заповнені катіонітовою смолою. У

цьому способі, що одержав широке застосування, відбувається обмін іонів кальцію і магнію, що є головними накипоутворювачами, на іони натрію або водню.

Оскільки в процесі пароутворення концентрація солей у воді, що знаходиться всередині котла, збільшується, то для їхнього видалення здійснюється продувка, при якій з барабана котла виводиться частина води з великою концентрацією солей.

Розчинені у воді гази викликають корозію поверхні нагріву і, крім того, виділяючись при нагріванні води, накопичуються на поверхні нагрівання і так само, як і солі, істотно погіршують теплопередачу від димових газів до води.

Розчинені гази видаляють у деаераторах при нагріванні води. Внаслідок погіршення розчинності газів відбувається їхня десорбція (перехід з рідкої водної фази в газову).

Пилоприготування виконується в котлових установках, що працюють на твердому паливі й укомплектовані камерними топками, та включає стадії сушіння, розмелу і пневмотранспортування пилу до пальників.

Тягодуттєві пристрої застосовуються в котлових установках для подачі повітря в топку і видалення димових газів. Для цього використовують відцентрові (дутьові) вентилятори. Їх підбирають за витратою повітря, необхідного для горіння палива, і сумарним гідравлічним опором повітряного тракту, що складається з гідравлічних опорів повітропроводів, повітропідігрівника і пальникових пристроїв. Сумарний опір повітряного тракту котла становить 1...2.5 кПа. Видалення продуктів згорання може здійснюватися за рахунок природної або штучної тяги. У першому випадку тягу створює димар за рахунок різниці густини атмосферного повітря і димових газів: $A_p = Hg(p_n - p_r)$, де H — висота труби, м; g — прискорення вільного падіння, м/с²; p_n і p_r — густина повітря і димових газів, кг/м³. Штучна тяга створюється за допомогою спеціальних відцентрових або осьових вентиляторів (димососів), що створюють розрідження 1...3 кПа та мають зносостійкі (проти стирання золою) і пристосовані для роботи з газами підвищеної температури лопатки.

Очищення димових газів від твердих (зола) і газоподібних (оксиди сірки й азоту) шкідливих речовин — важлива екологічна проблема. У результаті спалювання органічного палива щорічно у світі викидається в атмосферу близько 100 млн т золи і близько 150 млн т двоокису сірки. Для уловлювання золи використовують механічні (сухі і мокрі) золоуловлювачі циклонного типу, що мають ступінь очищення 80...90 %, а також електрофільтри, що забезпечують підвищення ступеня очищення до 95...99 %. Для зменшення викидів в атмосферу оксидів сірки застосовується попереднє очищення палива від сірки, а для зменшення викидів оксиду азоту — вибір раціональних режимів горіння.

Зола, уловлена з димових газів, і шлак, що випав у топці, видаляються потоком води по каналах -- у вигляді пульпи (суспензії твердих часток у воді) за допомогою спеціальних багерних насосів.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОТЛОВИХ УСТАНОВОК

Техніка безпеки. Експлуатація котлових установок характеризується підвищеною небезпекою, пов'язаною при порушенні вимог до конструкції й експлуатації з можливістю вибуху, що викликає великі руйнування і людські жертви. Щоб уникнути цього будова і експлуатація котлових установок повинні відповідати визначеним правилам. Вони регламентуються державними органами з нагляду за безпечним веденням робіт у промисловості й атомній енергетиці. Правила поширюються, зокрема, на котли і судини, що працюють під тиском, трубопроводи пари і гарячої води.

Основний нормативний документ для котлових установок — «Правила влаштування і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів». Відповідно до нього кожна котельня повинна мати технічні паспорти на устаткування, схеми трубопроводів, посадові і технологічні інструкції. Останні визначають порядок підготовки котельні до опалювального сезону, пуску котельні в експлуатацію після тривалої перерви в роботі, догляд за котлами під час роботи, порядок зупинки котла як у нормальному режимі роботи, так і в аварійних випадках і збереження котла в неробочому стані. Додатково до інструкцій з експлуатації котельні окремо складаються вказівки з ремонту устаткування, безпечної роботи й охорони праці персоналу котельні. Дотримання цих правил забезпечує надійну, економічну і безпечну для обслуговуючого персоналу роботу котельної установки.

У процесі експлуатації котлових установок відбувається корозія поверхонь нагріву, та інших частин котла, накипоутворення, відкладення шлаку, знос прокладок рухомих частин та ін. Це вимагає періодичного огляду котла, його ремонту і гідравлічних випробувань. Огляд котла і його гідравлічні випробування називають технічним оглядом.

Після закінчення опалювального сезону парові і водогрійні котли, що працюють під надлишковим тиском до 68,7 кПа, очищають і промивають, потім заповнюють водою, підігрівають її на короткий час до 90 °С (для видалення із системи повітря) і в заповненому стані залишають на консервацію. У період консервації здійснюються ревізії і ремонт котлової установки. При підготовці котлової установки до опалювального сезону гідравлічні випробування проводять холодною водою на спробний тиск, що перевищує тиск у системі на 98,1 кПа, при цьому надлишковий тиск у нижній точці системи повинен бути не менше 294,3 кПа. Під пробним тиском система повинна знаходитися протягом 300 с.

Автоматичне регулювання. Найважливішим елементом котлової установки є контрольно-вимірювальні прилади, а також система автоматичного регулювання, що у загальному випадку складається з пристроїв автоматичного регулювання подачі води, регулювання температури перегрітої пари, процесу горіння, солевмісту котлової води, паливоприготування, пристроїв сигналізації, блокування і захистів. Розрізняють одно-, дво- і триімпульсні регулятори живлення котлів, що керують подачею та рівнем води в барабані і витратою пари, а також рівнем води, витратою пари і перепадом тиску на регульовальному клапані. Керування процесом горіння палива здійснюється регуляторами подачі палива, повітря і регулятором тяги.

Автоматичне регулювання котлової установки створює необхідні умови для її безпечної роботи, підвищує економічність (за рахунок підтримки оптимальних

параметрів експлуатації), скорочує кількість обслуговуючого персоналу і полегшує умови його праці.

Для попередження обслуговуючого персоналу про порушення нормальної роботи котла (наприклад, перевищення граничного рівня води в барабані або температури перегрітої пари, зупинка дуттьового вентилятора, димососа, тощо) котельні установки оснащуються пристроями звукової і світлової сигналізації.

Блокування застосовується з метою забезпечення виконання у визначеній послідовності необхідних операцій при пуску або зупинці окремих механізмів котлової установки: відключення подачі палива при раптовій зупинці дуттьового вентилятора, зупинку дуттьового вентилятора при припиненні роботи димососа і т.д.

До захисних пристроїв котлової установки відносяться запобіжні клапани, що встановлюють на барабані котла і на виході перегрівника. При підвищенні тиску пари ці клапани спрацьовують, випускаючи надлишок пари.

Будова системи автоматичного регулювання котла залежить від його типу.

Схема автоматики водогрійних чавунних котлів з тиском пари до 68,7 кПа, що працюють на газовому паливі, передбачає прилади регулювання температури води в котлі і прилади безпеки (відключення) при припиненні подачі газу або падінні його тиску перед пальниками до мінімально припустимого значення. У системах автоматики парових котлів з надлишковим тиском пари до 68,7 кПа, що працюють на газовому паливі, для регулювання температури нагрівання води в бойлері (для гарячого водопостачання) встановлений регулятор прямої дії. Інші прилади системи автоматики ті ж, що й у водогрійних котлах.

Контрольні питання і завдання

- 1.Що таке котельна установка, котловий агрегат, які їхні складові частини, найважливіші характеристики?
- 2.Які використовуються схеми руху води і пароводяної суміші в котельній установці?
- 3.Запишіть тепловий баланс парового котла, вираз для підрахунку ККД котла бруто.
- 4.Дайте характеристику котлів.
- 5.Що таке конструктивний і перевірочний розрахунок котлової установки?
- 6.Назвіть основні елементи конструкції котлів і визначте їхнє призначення.
- 7.Охарактеризуйте допоміжні системи і пристрої котлових установок.
- 8.Які системи і пристрої застосовуються для забезпечення безпеки роботи котлової установки?