

УДК 662.69
662.95

РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ ДИМОВИХ КАНАЛІВ І ТРУБ



Сенчук М. П.

СТЕПАНОВ М. В., к. т. н., доц. КНУБА
СЕНЧУК М. П., к. т. н., доц. КНУБА

Розрахунки та конструювання каналів димовідведення виконуються з метою уникнення порушень у роботі димових каналів та відвернення шкідливого впливу на здоров'я людей. Продукти горіння палива в установках для нагрівання води необхідно надійно вивести та розсіяти в атмосфері. Помилки в розрахунках розмірів димових каналів, аеродинамічного опору тракту димовидалення, інтенсивності охолодження димових газів можуть призвести до порушення режиму експлуатації котельної установки.

Недостатня величина розрідження в топці може бути причиною неповного згоряння палива через нестачу повітря. При цьому утворюється окис вуглецю, шкідливий для людей та небезпечний для роботи котельної установки. При дуже малому розрідженні в топках газових котлів можливе викидання полум'я через отвори для спостереження.

Надлишкове розрідження також шкідливе через те, що сприяє підсмоктуванню холодного повітря в топку. В результаті збільшуються втрати теплоти з газами, що видаляються, а температура в топці знижується. Крім того, підвищене розрідження в топці може бути причиною відривання полум'я від газового пальника. Велике розрідження є сприятливим тільки для провітрювання топки та димоходу.

На величину розрідження впливає атмосферний тиск та температура зовнішнього повітря, а іноді й швидкість вітру, який при неправильному конструюванні димового каналу може спровокувати зворотню тягу, тобто направити димові гази в протилежному напрямку їх руху. Для нормальної роботи газових приладів у місці виходу продуктів згоряння з котла необхідно підтримувати розрідження, яке відповідає типу водогрійного приладу. Мінімумально необхідне розрідження перед га-

зовим котлом $\Delta p_{\text{газ}}$, коефіцієнт надлишку повітря α та температура продуктів горіння t_r деяких газових приладів наведені в таблиці:

Газовий прилад	Номинальне теплове навантаження, Q , кВт	Мінімальне розрідження, $\Delta p_{\text{газ}}$, Па	Коефіцієнт надлишку повітря, α	Температура димових газів, t_r , °C	Температура точки роси, $t_{\text{р.р.}}$, °C
Ємнісний водонагрівач: АГВ-80м	6,95	1	3	110	42
АГВ-120	13,95	2	2,5	150	46
Опалювальна піч	16	2	2	150	49
Vitopend 100 (Vissman)	10,5... 24	3	2... 2,5	97... 124	48
КС-Г	7... 25	1,5... 12	2... 2,5	150	49
Укрінтерм – 13 (Укрінтерм)	13	4	1,7	110	
Богдан – 50 (Укрінтерм)	44	4	1,9... 2,4	110	

Температура газів за котлами малої потужності лежить в межах 110...160°C. Не можна допускати зниження цієї температури до значення меншого, ніж точка роси, тобто температури, при якій водяні пари, які є в димових газах, починають конденсуватись. Утворення вологи в димових каналах недопустиме через швидку корозію металічних елементів і димових труб, особливо, якщо в димових газах є сірнистий газ. Необхідно

враховувати, що при спалюванні 1 м³ природного газу утворюється близько 2 м³ водяної пари. Точка роси для димових газів знаходиться в межах 41...61 °С, тому для попередження конденсації температуру газів перед димовою трубою підтримують не нижче 100...120 °С.

Відома німецька фірма Schiedel в конструюванні димових систем наводить графік залежності температури точки роси димових газів від виду палива (рис.1) та звертає увагу спеціалістів на те, що сучасні водогрійні установки закордонного виробництва в більшості мають низькі температури димових газів, тобто є підвищений ризик їх наближення до точки роси і конденсації водяної пари.

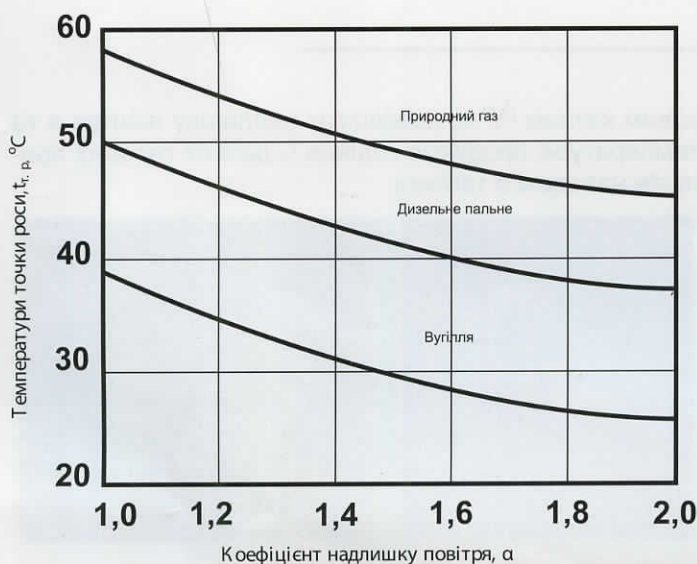


Рис. 1. Залежність температури точки роси димових газів від виду палива та коефіцієнтів

Розрахунок димоходів для газових котлів. При розрахунку димоходу визначають в першу чергу розмір поперечного перерізу димових каналів та приєднувальної труби, а також величину розрідження перед водогрійними приладами. Поперечний переріз спочатку задають за оптимальною швидкістю газів 1,5... 2 м/с. Детальний розрахунок об'єму димових газів наводить А. А. Іонін [1]. Орієнтовно об'єм вологих продуктів спалювання газу дорівнює $V_r = 10...12 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Площа поперечного перерізу димоходу опалювального котла чи водогрійного приладу потужністю 20...30 кВт повинна бути не меншою 150 см². Діаметр приєднувальної труби приймається рівним 125...130 мм. Правильність прийнятого рішення перевіряють за величиною розрідження перед водогрійним котлом.

Тягу визначають за рівнянням:

$$\Delta p_T = 0,345H \left(\frac{1}{273 + t_3} - \frac{1}{273 + t_r} \right) p_{\text{бар}} \quad (1)$$

де Δp_T – тяга, яку утворює димова труба чи димохід, Па; H – висота димоходу, димової труби, вертикальної ділянки з'єднувальної труби, м; t_3 – температура зовнішнього повітря, оточуючого середовища, °С; t_r – середня температура димових газів, °С; $p_{\text{бар}}$ – барометричний тиск, Па.

Для визначення середньої температури газу необхідно знати зниження їх температури Δt через охолодження в димових каналах, яке можна розрахувати за формулою:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{н.с}}}{\frac{0,384 Q_{\text{п.с}}}{k F_{\text{в.п}}} + 0,5} \quad (2)$$

де $t_{\text{вх}}$ – температура димових газів на вході в димохід, в димову трубу, °С; $t_{\text{н.с}}$ – температура середовища навколо димоходу, °С; $Q_{\text{п.с}}$ – витрата продуктів спалювання через димохід, м³/год, віднесена до нормальних умов; k – коефіцієнт теплопередачі стінок димоходу, віднесений до внутрішньої поверхні, Вт/(м²°С); $F_{\text{в.п}}$ – площа внутрішньої поверхні димоходу, м².

Коефіцієнти теплопередачі k , Вт/(м²°С), димоходів та приєднувальних труб можна приймати такими:

Зовнішня димова труба з товщиною стінки 1 цеглина і поперечним перерізом каналу ½ ц x ½ ц	3,95...4,53
1 ц x 1 ц	3,25...3,72
Димохід з товщиною стінки півцеглини, розміщений в цегляній стіні над покрівлею	2,32...2,56
	3,13...3,48
Неутеплена стальна з'єднувальна труба	3,48...3,65
Стальна труба, ізольована шаром азбесту товщиною 2 мм	2,90...3,84

Орієнтовні значення зменшення температури димових газів на 1 м димоходу: в цегляному каналі внутрішньої стіни – 2...6 °С; в цегляному димоході ззовні будинку – 3...7 °С; в стальній з'єднувальній трубі – 6...12 °С.

Розрідження перед газовим котлом визначається за формулою:

$$\Delta p_{\text{газ}} = \Delta p_T - (\Delta p_{\text{тер}} + \Delta p_{\text{мо}}) \quad (3)$$

де $\Delta p_{\text{тер}}$, $\Delta p_{\text{мо}}$ – втрати тиску на тертя та в місцевих опорах під час руху димових газів, Па, які розраховуються за формулами:

$$\Delta p_{\text{тер}} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2} \cdot \frac{273 + t_{\text{сер}}}{273} \quad (4)$$

$$\Delta p_{\text{мо}} = \sum \xi \frac{\rho v^2}{2} \cdot \frac{273 + t_{\text{сер}}}{273} \quad (5)$$

де λ – коефіцієнт тертя, приймається: для цегляних каналів і труб $\lambda=0,04$; для сталевих оцинкованих труб $\lambda=0,02$; для металевих окислених труб $\lambda=0,04$; l – довжина розрахункової ділянки, м; d – внутрішній діаметр, м, для каналів і труб прямокутного перерізу еквівалентний діаметр; v – швидкість газів, які відводяться, приведена до нормальних умов, м/с; ρ – густина газів, кг/м³; $t_{\text{сер}}$ – середня температура газів в розрахунковій ділянці, °C; $\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Для розрахунків димоходів можна приймати такі значення коефіцієнтів місцевих опорів ξ :

Вхід у з'єднувальну трубу	0,5
Поворот під кутом 90°	0,9
Раптове розширення потоку при вході в цегляний димохід та поворот під кутом 90°	1,2
Вихід з димоходу з зонтом	1,5...2,5

Таким чином, для розрахунку димового каналу чи димової труби, якщо задані параметри внутрішнього і зовнішнього повітря ($t_{\text{в}}$, $t_{\text{з}}$, $\rho_{\text{бар}}$), теплова характеристика водогрійного котла (Q , $\Delta p_{\text{газ}}$, $t_{\text{г}}$, α , $t_{\text{г.р.}}$) та характеристика палива, необхідно:

1. Прийняти конструктивні розміри димоходу з врахуванням нормативних вимог [2, дод. Ж] (від кожного газового приладу продукти спалювання відводять окремим димоходом в атмосферу, вертикальна ділянка приєднувальної труби повинна бути не меншою 0,5 м, загальна довжина горизонтальних труб не повинна бути більшою 3,0 м, мінімальна висота димової труби 5,0 м тощо).

2. Розрахувати зменшення температури димових газів на всіх внутрішніх і зовнішніх ділянках димоходу за формулою (2) та загальне охолодження газів, визначити їх температуру в кінці димоходу і порівняти з температурою точки роси.

3. Розрахувати тягу на всіх вертикальних ділянках димоходу за формулою (1) та сумарну тягу, яку створює димохід.

4. Визначити втрати тиску на тертя в приєднувальній патрубку і в димоході, в місцевих опорах та сумарну втрату тиску.

5. Визначити фактичне розрідження, створюване перед газовим приладом за формулою (3) і порівняти його з мінімально необхідним.

Рекомендації щодо розрахунку і конструювання систем видалення продуктів спалювання твердого палива наведені в Р. В. Щекина, С. М. Кореневського [3].

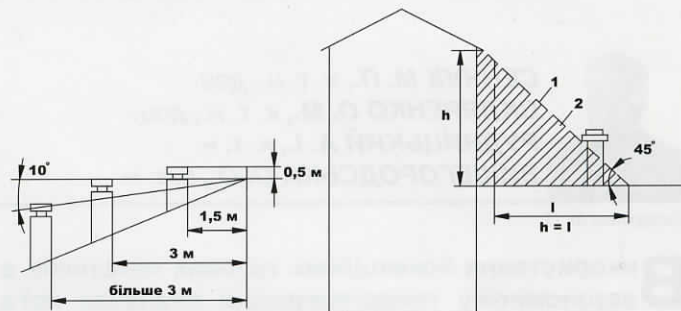


Рис. 2. Схема розміщення димових труб

1 – умовна площина під кутом 45° до горизонту;
2 – зона вітрового підпору.

При конструюванні димових каналів і труб може бути доцільним в окремих випадках використання досвіду кримських науковців в проектуванні димових труб у вигляді пакета з 3-4 окремих сталевих теплоізолюваних труб, що збільшує їх стійкість (див. Гуржий В. И. Оригинальные решения дымовых труб в Крыму // Нова тема. – № 2. – 2005.)

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ионин А. А. Газоснабжение: Учебник для ВУЗов – М.: Стройиздат, 1981 – 415 с.
2. ДБН В 2.5 – 20 – 2001. Газопостачання – К.: Держбуд України, 2001. – 254 с.
3. Щекин Р. В., Кореневский С. М., Бем Г. Е. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн. 1 – К.: Будівельник, 1968. – 440 с.