

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ВОЛОГОВМІСТІВ ДИМОВИХ ГАЗІВ ПРИ КОНДЕНСАЦІЇ ВОДЯНОЇ ПАРИ З НИХ В ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРАХ

Єфімов О.В., Гончаренко О.Л.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При розробці теплоутилізаційних систем і конструкцій теплоутилізаторів виникає необхідність у визначенні вологовмісту димових газів, які істотно змінюються уздовж поверхні теплообміну в процесі конденсації водяної пари з них. Ці зміни нелінійні і визначають характер залежності основних параметрів процесу тепломасообміну від площі поверхні теплоутилізаторів, таких як: температури теплоносіїв, стінки і на межі розділу фаз, густини теплового потоку і маси, концентрацій газів, коефіцієнтів тепловіддачі та теплопередачі, масовіддачі, температурних напорів.

Як відомо, вологовміст продуктів згоряння палива визначається за формулою, $d = V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} / V_{\text{с.г.}} \cdot \rho_{\text{с.г.}}$, де $V_{\text{H}_2\text{O}}$ – об'єм водяної пари; $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ – густина водяної пари, яка дорівнює $0,804 \text{ кг/м}^3$; $V_{\text{с.г.}}$ – об'єм сухих димових газів; $\rho_{\text{с.г.}}$ – густина сухих димових газів. У разі відсутності даних про об'єми димових газів для визначення вологовмісту продуктів згоряння природного газу запропоновані такі емпіричні вирази:

$$d = (0,13 + \alpha d_B) / (\alpha - 0,058); \quad d = (1,0 + 0,008 \cdot \alpha d_B) / (7,83 \cdot \alpha - 0,83);$$

$$d = (0,0006382 + 0,004\alpha) / (0,199 + \alpha) \cdot e^{0,062 \cdot \vartheta}, \text{ де } \vartheta \text{ – температура газів.}$$

З цих виразів випливає, що на величину вологовмісту продуктів згоряння палива крім коефіцієнта надлишку повітря в димових газах істотний вплив має вологовміст дуттєвого повітря, який залежить від місця розташування котельної і пори року. Це необхідно враховувати в розрахунках.

Оскільки вологовміст продуктів згоряння палива залежить від молекулярних мас водяної пари і сухих газів, а також від парціального тиску водяної пари, то його зручно визначати за формулою

$$d = (M_{\text{п}} / M_{\text{с.г.}}) \cdot p_{\text{п}} / (p - p_{\text{п}}). \quad (1)$$

При цьому парціальний тиск водяної пари на лінії насичення при температурі t_S з прийнятною точністю знаходиться за рівнянням

$$p_S = 0,13332 \cdot 10^N, \text{ де } N = (8,12 \cdot t_S + 156) / (t_S + 236). \quad (2)$$

У літературних джерелах часто для визначення вологовмісту продуктів згоряння природного газу наводиться така залежність

$$d = (R_{\text{с.г.}} / R_{\text{п}}) \cdot p_{\text{п}} / (p - p_{\text{п}}), \quad (3)$$

де $R_{\text{с.г.}}$ і $R_{\text{п}}$ – відповідно питомі газові постійні сухих продуктів згоряння палива і водяної пари. Оскільки $R_{\text{с.г.}} / R_{\text{п}} = M_{\text{п}} / M_{\text{с.г.}}$, то формули (1) і (3) ідентичні.

Зіставлення розрахунків, виконаних за емпіричними залежностями і формулою (1), свідчить, що похибка розрахунків не перевищує 2%. Це дозволяє зробити висновок про правомірність використання формул (1) і (2) при розробці теплоутилізаційних апаратів конденсаційного типу.