

РОЗРОБКА МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПРИ КОНДЕНСАЦІЇ ВОДЯНОЇ ПАРИ З ДИМОВИХ ГАЗІВ У ПОВІТРОПІДГРІВНИКУ ПЛАСТИНЧАТОГО ТИПУ

Єфімов О.В., Гончаренко О.Л.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ефективним рішенням проблеми енергозбереження є економія паливно-енергетичних ресурсів шляхом глибокої утилізації теплоти відхідних газів котлів з конденсацією водяної пари з них. Створення теплоутилізаційних технологій пов'язане з необхідністю розробки методів розрахунків і компактних конструкцій теплоутилізаторів.

Теплообмінні апарати пластинчатого типу можуть достатньо успішно використовуватись для утилізації теплоти відхідних газів котельних установок, які споживають природний газ в якості палива. За компактністю, технологічністю, інтенсивності теплопередачі такі апарати мають значні переваги в порівнянні з трубчатими теплообмінниками. Питомі поверхні нагріву їх складають 200...400 м²/м³.

В якості одного з варіантів повітропідігрівника конденсаційного типу нами було запропоновано використати теплообмінний апарат пластинчатого типу, в якому поверхня теплообміну формується за допомогою попарно зварених спіралеподібних гофрованих елементів. Елементи розміщені у циліндричному корпусі діаметром 0,62 м, зовнішній діаметр поверхні теплообміну складає 0,514 м, внутрішній в «сухій» зоні – 0,24 м, в конденсаційній – 0,382 м.

Розрахунок теплообміну в пластинчатому апараті має свої особливості. У конденсаційній частині повітропідігрівника коефіцієнти тепловіддачі від парогазової суміші до поверхні теплообміну знаходяться за допомогою критерійного рівняння $\bar{Nu}_ж = 0,032(1+0,011\Pi_w) \cdot Re_ж^{0,73} \cdot Pr^{0,43}$, де Π_w – параметр, який враховує вплив поперечного потоку маси на тепловіддачу в каналі, $\Pi_w = Q_{квп}^k \cdot d_{\text{э}} / H_k \cdot r \cdot \mu_{\text{см}}$.

Як показали розрахунки, величина параметра Π_w не перевищує 0,5, що пояснюється невеликим поперечним потоком маси при конденсації водяної пари з парогазової суміші з великим вмістом газів, що не конденсуються. Це дозволяє визначати коефіцієнти масовіддачі на основі припущення справедливості аналогії між теплообміном і масообміном згідно з рівнянням

$$\beta_p = \frac{\alpha_r}{c_{p\text{см}} \cdot p_{\text{ср}}} \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{см}}} \left(\frac{Pr}{Pr_d} \right)^{2/3}.$$

Результати розрахунку пластинчатого повітропідігрівника конденсаційного типу свідчать про відносно високу інтенсивність тепломасообміну в конденсаційній зоні і низьку в безконденсаційному режимі теплообміну. Апарат забезпечує нагрів повітря витратою 0,37 кг/с від 10 °С до 173 °С.