ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОЕФІЦІЄНТІВ ВТРАТ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ПОТОКАХ РІДИНИ

Лапузін О. В., Юдін Ю. О., Науменко С. П., Юдін О. Ю.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При розрахунках потоків в'язких нестисливих рідин інтенсивність перетворення частини механічної енергії потоку у теплову енергію визначається за допомогою коефіцієнта гідравлічних втрат (КГВ), який являє собою відношення втрат тиску гальмування до динамічного тиску у вузькому перетині ділянки каналу. КГВ застосовується не лише для так званих крапельних рідин (вода, масло, нафта, спирт та інші), але і для газів, які рухаються із швидкістю до 100 м/с. При цьому динамічний тиск у всіх перетинах каналу вважається пропорційним n^2 – квадрату відношення площі вихідного перетину каналу до площі вхідного перетину.

При газодинамічних розрахунках потоків газів, що рухаються з великою швидкістю в парових і газових турбінах, відцентрових і осьових компресорах, зміною густини вже не нехтують і замість КГВ використовують коефіцієнт втрат кінетичної енергії (КВКЕ), який являє собою відношення втрат кінетичної енергії до кінетичної енергії потоку у вхідному перетині дифузора або до теоретичної кінетичної енергії потоку у вихідному перетині соплової решітки.

Течія в'язкого газу у циліндричних трубах принципово нічим не відрізняється від течії в соплах: тиск і температура зменшуються, а швидкість зростає і може навіть зрівнятися із швидкістю звуку. Тому розрахунок таких труб доцільно виконувати за допомогою КВКЕ, що використовується при розрахунках сопел і соплових решіток. В технічній літературі КВКЕ дифузора називають коефіцієнтом внутрішніх або гідравлічних втрат.

Різні підходи до визначення коефіцієнтів втрат обумовлюють великі розбіжності між КГВ і КВКЕ. Розглянемо результати розрахунків цих коефіцієнтів за умови, коли у вхідному перетині сопла, циліндричної труби і дифузора параметри гальмування в потоці повітря дорівнюють 2 бара, 269 К, а у вихідному перетині маємо тиск 1,7232 бара і тиск гальмування 1,9404 бара. Таким параметрам відповідає зведена теоретична швидкість потоку у вихідному перетині λ_{1t} = 0,5, втрата тиску гальмування 5960 Па і КВКЕ = 0,2, підрахований по теоретичній швидкості потоку у вихідних перетинах каналів.

В сопловій решітці з n = 0,342 відношення КГВ/КВКЕ дорівнює 1,6, а в циліндричній трубі – 1,5. При фіксованих параметрах гальмування перед сопловою решіткою і циліндричною трубою, а також фіксованому КВКЕ = 0,2 зменшення λ_{1t} з 0,5 майже до нуля (коли вплив стисливості відсутній) зменшує відношення КГВ/КВКЕ до 1,25.

При розрахунках дифузорів коефіцієнти втрат визначаються із застосуванням параметрів потоку у його вхідному перетині. На режимі з λ_{1t} = 0,5 швидкість потоку перед дифузором n = 1,572 наближається до звукової швидкості, КВКЕ = 0,062, а КГВ = 0,091. У разі наближення швидкості λ_{1t} до нуля обидва коефіцієнта збільшуються до 0,1.