

Список літератури

1. Халатов А.А. Теплообмен и гидродинамика около поверхностных углублений (лунок) / А.А. Халатов. – К.: ИТТФ НАНУ, 2005. – 76 с.
2. Гортышов Ю.Ф. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования / Ю.Ф. Гортышов, И.А. Попов, В.В. Олимпиев [и др.]. – Казань : Центр инновационных технологий, 2009. – 531 с.
3. Tay C.M. Development of flow structures over dimples / C.M. Tay, Y.T. Chew, B.C. Khoo, J.B. Zhao // Experimental Thermal and Fluid Science. – 2014. – V. 52. – P. 278–287.
4. Турик В.Н. Управление структурой течения внутри полуцилиндрического углубления / В.Н. Турик, В.А. Воскобойник, А.В. Воскобойник // Вісник НТУУ „КПІ”. Машинобудування. – 2016. – Вип. 78. – С. 112–123.
5. Воскобійник В.А. Вихроутворення усередині поперечно обтічної овальної лунки / В.А. Воскобійник // Прикладна гідромеханіка. – 2012. – Т. 14, № 4. – С. 37–46.
6. Турик В.М. Вплив локальних поперечно обтічних перешкод на пульсації швидкості та пристінного тиску / В.М. Турик, В.А. Воскобійник, А.В. Воскобійник // Наукові вісті НТУУ „КПІ”. – 2017. – № 1. – С. 106–114.

УДК 533.6.011.6

Турик В.М., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ТЕРМОАЕРОДИНАМІКА ПРОМИСЛОВИХ ВИХРОВИХ АПАРАТІВ

В задачах про струмені або про турбулентні сліди за тілом теорія Л. Прандтля переносу кількості руху призводить до збігу відносних профілів температури T та швидкості \vec{v} для потоків при подібності відповідних крайових умов [1]. Формально цей результат відповідає значенню турбулентного числа Прандтля $Pr_t = 1$. Це означає, що температура гальмування $T_0 = T + v^2 / (2c_p) = const$ за відсутності інтегрального теплообміну між потоком і оточуючим середовищем за умови локального збереження енергії у кожній точці поля течії. Тобто, будь-яке місцеве прискорення газу має супроводжуватися еквівалентним зниженням термодинамічної температури, а гальмування потоку — її зростанням. Однак, практично у жодному випадку вільного руху газових потоків не спостерігається подібність профілів T і \vec{v} . В реальних турбулентних газових потоках завжди $Pr_t < 1$: тепловіддача здійснюється швидше, ніж перенос кількості руху, обумовлений турбулентною в'язкістю. Наслідком цього незбігу є більш згладжене поле температури порівняно з розрахунковим при $T_0 = const$. У точках розрахункового максимуму T (мінімуму v) температура є вищою, ніж це передбачала б сталість температури гальмування. Виникає місцевий перерозподіл енергії при інтегральній умові збереження енергії для потоку в цілому: швидкі струминки газу збагачуються енергією за рахунок більш повільних струминок. За дослідями І. Гарнетта і Б. Еккерта щодо, так званих, «вихрових труб» [2] максимальна різниця температур гальмування між периферійною та осьюовою зонами течії в циліндричній частині труби з тангенціальним підведенням газу в поперечному перерізі 0-0, наближеному до соплового апарату, може досягати величин $T_{0-0} - T_0 = 75 \div 80^\circ C$ і, навіть, більших значень при швидкостях газу на вході $v_\infty \geq 250 м/с$. Таким чином, ентальпія гальмування h_0 у потоках в'язкого газу є змінною величиною, і інтеграл рівняння енергії у вигляді $h_0 = const$ не може слугувати характеристикою течії за реальних умов. Практичний інтерес мають оцінки зазначеної трансформації енергії при розрахунках та проектуванні

вихрових камер (ВК) змішування різного призначення при більш типових для них величинах характерних швидкостей v_∞ .

Диференціальне рівняння збереження енергії за умов рівномірності профілів осьових проєкцій швидкості в проточній частині ВК та циліндричності концентричних поверхонь течії обертового руху дає загальний інтеграл, отриманий Л.А. Вулісом:

$$h + \text{Pr} \frac{v_\theta^2}{2} = \text{Pr} \int v_\theta^2 \frac{dr}{r} + \text{const}.$$

Аналіз на його підставі радіальних розподілів безрозмірних ентальпій та температур гальмування в діапазоні вхідних швидкостей $v_\infty = 40 \div 100 \text{ м/с}$ для циркуляційної та квазітвердотільної зон показав максимальні відмінності цих параметрів для них до 1,8%.

Список літератури

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. — М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. — 840 с.
2. Дейч М.Е. Техническая газодинамика / М.Е. Дейч. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1961. — 671 с.

УДК 533.011

Турик1 В.М., к.т.н., доц., Кочін2 В.О., к.т.н., с.н.с., Кочіна1 М.В., аспірант

1 – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

2 – Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ, Україна

АЕРОДИНАМІКА КРИЛ МАЛОГО ВИДОВЖЕННЯ В ОБМЕЖЕНОМУ ПРОСТОРИ

Нерухоме крило у проточному тракті вхідних сопел енергетичних та технологічних апаратів вихрового типу може бути використано як своєрідний вихорогенератор для напрямленого впливу вихрових джгутів, що формуються поблизу кінців крила та утворюють вихрову пелену за його задньою кромкою, на структуру течії, а отже, на процеси переносу в робочих середовищах. В роботі пропонується обґрунтований вибір геометричних та аеродинамічних параметрів крил даного призначення. Дані традиційних продувок (Вуд К.Д., 1938; Мхитарян А.М., 1976) свідчать про незначний вплив числа Re на максимальний коефіцієнт підйімальної сили $c_{y_{\max}}$ для тонких профілів ($\bar{c} < 10\%$) з гострою або злегка заокругленою передньою кромкою, до того ж у крил малого видовження ($\lambda \leq 3$) критичні кути атаки $\alpha_{кр}$ є значно вищими, ніж для крил великих видовжень. Важливим є також пошук компромісу між обраною відносною товщиною профілю \bar{c} , технологічністю виготовлення крила та коефіцієнтом підйімальної сили c_y , оскільки він пов'язаний з коефіцієнтом індуктивного опору. Але можливість застосування запропонованого раніше [1] критерію ефективності крила як вихорогенератора передбачає використання аеродинамічних характеристик (поляр) з відомих атласів продувок крилових профілів в аеродинамічних трубах щодо типових для авіації діапазонів чисел Рейнольдса ($Re \sim 10^6 \div 10^7$) та видовжень λ крил ($\lambda > 3$), а сопловому вихорогенератору відповідають значно менші значення цих параметрів. Тому виникла необхідність корегування коефіцієнтів аеродинамічних сил із залученням новітніх даних. Очевидно, обмеженість потоку впливатиме на коефіцієнт ефективності крила-вихорогенератора через коефіцієнт аеродинамічної якості крила, який є обернено пропорційним ступені обмеженості потоку в соплі. Але аналіз показує, що на підставі другої крайової задачі теорії потенціалу (Прандтль Л., Титъенс О., 1935) вплив границь потоку на крило можна точно визначити для різних форм (круглої, еліптичної, прямокутної)