

РОЗВ'ЯЗАННЯ ДВОВИМІРНОЇ ЗАДАЧІ ТЕЧІЇ НЕСТИСЛИВОЇ РІДИНИ В MATLAB

Іглін С.П.

*Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”, м. Харків*

Розв'язанню різних задач течії рідини присвячено багато робіт, зокрема, [1–5]. Як правило, використовується метод кінцевих елементів (МКЕ).

У цій роботі описаний пакет прикладних програм на мові MATLAB для розв'язання двовимірної задачі ламінарної течії нестисливої рідини в області складної форми при різних видах граничних умов на різних ділянках границі:

- задана швидкість вздовж дотичної до контуру;
- вільна течія вздовж дотичної до контуру;
- повне гальмування рідини на границі.

Дискретизація рівнянь Нав'є-Стокса здійснюється за схемою Гальоркіна в слабкій формі. Використовується трикутний кінцевий елемент з шістьма ступенями волі для кожної координати вектору швидкості (квадратичні функції форми) та трьома ступенями волі для тиску (лінійні функції форми).

Для побудови області розв'язку та розбиття її на кінцеві елементи застосовуються засоби MATLAB PDE Toolbox та моделю-орієнтоване програмування.

Матриці інерції, дифузії, конвективності, градієнту тиску та вектор вузлових навантажень будуються без використання чисельного інтегрування, що значно підвищує швидкість обчислень.

Система нелінійних рівнянь МКЕ для стаціонарної задачі розв'язується ітераційним методом. Для нестаціонарної задачі використовується зворотна схема дискретизації за часом, а для кожного моменту часу розв'язання виконується тим самим ітераційним методом.

Розрахунки тестових прикладів показали, що розв'язок стаціонарної задачі знаходиться за 15-20 ітерацій, а кожен крок за часом потребує 4-6 ітерацій.

У пакет включені функції для обчислення матриць і векторів МКЕ, врахування різних типів граничних умов і тестовий приклад з розрахунком, побудовою рисунків для стаціонарної задачі та створенням анімації для нестаціонарної.

Література:

1. Donea J., Huerta A. Finite Element Methods for Flow Problems – NY: Wiley, 2003.
2. Jaijan W. Solution to Incompressible Navier-Stokes Equations by Using Finite Element Method – Arlington: The University of Texas, 2010.
3. Pironneau O. Finite Element Methods for Fluids – Paris: Wiley, 1989.
4. Rempfer D. On boundary conditions for incompressible Navier-Stokes problems // Applied Mechanics Reviews. 2006. Vol. 59. P. 107–125.
5. Reusken A. Numerical Methods for the Navier-Stokes Equations – Aachen: RWTH, 2012.