

Escoamentos Multifásicos – FEN/PPG-EM/UERJ

Profº Gustavo Rabello – Pós-graduação em Engenharia Mecânica – Projeto numérico

Este projeto numérico deve ser desenvolvido e apresentado pelo aluno no final do curso de Escoamentos Multifásicos. Para implementação do código numérico, não há restrição quanto ao uso de linguagem de programação, entretanto, devido à complexidade já existente na formulação do projeto, sugiro que utilize uma linguagem de programação já conhecida ou alguma linguagem tipo “script” como Matlab ou Python. Caso o estudante opte por utilizar uma linguagem de programação compilada, não haverá benefício adicional para sua nota final.

1. Perfil monofásico laminar completamente desenvolvido de escoamento em canal.

- Desenvolver uma rotina para cálculo da velocidade em um escoamento monofásico laminar completamente desenvolvido em um canal com viscosidade variável usando qualquer método numérico, como por exemplo o método de elements finitos, diferenças finitas ou ainda volumes finitos. Assumir que o perfil de viscosidade é prescrita como uma função simples que é passada para a rotina do cálculo da velocidade. Considere três tipos de condições de contorno: (i) velocidade prescrita na parede (Dirichlet), (ii) gradiente de velocidade na parede (Neumann) e (iii) relação prescrita entre tensão cisalhante e velocidade na parede. Considere ainda dois tipos de condição de contorno global: (i) gradiente de pressão prescrito e (ii) vazão mássica prescrita.

2. Modelos de turbulência - Perfil monofásico turbulento completamente desenvolvido em canal.

- comprimento de mistura de Prandtl (eddy-viscosity) com funções prescritas para o comprimento de mistura l_c ;
- $k - \epsilon$ (opcional);
- $k - \omega$ (opcional).

3. Funções de parede:

- utilização do funções de parede do tipo log-law como relação prescrita entre a tensão de cisalhamento e o campo de velocidade. Considerar definição de parede lisa e rugosa.

4. Perfil monofásico turbulento completamente desenvolvido de escoamento em canal.

- desenvolver uma rotina para escoamentos transientes. Assumir os modelos de turbulência e função de parede são os mesmos que no caso anterior, entretanto considerando velocidade instantânea (equilíbrio quasi-permanente). Considere duas possíveis condições de contorno globais: (i) gradiente de pressão como um função do tempo e (ii) vazão mássica como função do tempo.

5. Rastreamento de partículas (Euler-Lagrange)

- Desenvolver uma rotina para cálculo de velocidade 1D e trajetória de um grupo de partículas em um canal. Assumir que o campo de velocidades transiente está sujeito a diferentes forças (gravidade, massa virtual, arrasto e sustentação) prescritas como entrada para esta rotina. Assumir condições de contorno periódicas paralelas às paredes. Considerar duas possíveis condições de contorno para as partículas: (i) paredes lisas com salto elástico (reflexão especular), e (ii) paredes perfeitamente absorventes.

Os próximos itens são opcionais e devem ser implementados em códigos bidimensionais.

6. Modelo de turbulência RANS

- Desenvolver uma rotina para calcular o modelo de turbulência RANS (velocidade característica, escala de tempo, escala espacial e aceleração) na posição de uma partícula com uma trajetória e velocidade conhecida (i.e., a turbulência vista pela partícula). A partícula move em um canal 2D com um escoamento turbulento conhecido (i.e. a velocidade média do escoamento é uma função conhecida da distância de parede e do tempo), e condições de contorno periódicas na direção paralela às paredes. Considerar dois modelos: (i) modelo discreto edgy e (ii) um modelo Langevin. Para a fase contínua, considerar os modelos desenvolvidos nos itens anteriores (i.e. comprimento de mistura de Prandtl ou $k-\epsilon$).

7. Carregamento de partículas (Particle-laden) turbulento em canais

- Combinar as tarefas anteriores em um código genérico de carregamento de partículas em escoamento turbulento em canais. O código deve estar pronto para simular casos com inclinação arbitrária em relação à gravidade, as diferentes condições de contorno consideradas nas tarefas anteriores (para ambas as fases, contínua e dispersa) e escoamento permanente e transiente. Negligencie a influência da fase dispersa na fase contínua e interações entre partículas (i.e. assuma acoplamento em uma via). O código numérico deve ser capaz de trabalhar com condições de contorno arbitrárias para as partículas (para posição e velocidade) prescritas como entrada da rotina.