

Simulação de escoamentos tridimensionais em um duto com contração abrupta: Efeito da rotação

Sammy C. P. Puelles, Jonatas E. Borges, Francisco J. de Souza, Elie L. M. Padilla

MFLab, crisampp@hotmail.com

Palavras-chave

Contração, Fronteira imersa, rotação, escoamento

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho se concentra em um dos diferentes processos da engenharia da perfuração; transporte da lama de perfuração no duto interno; este duto está formado por muitos acessórios e tem uma zona onde pode-se perceber uma mudança de seção. O análise do fluido será realizado em esta zona para ver os efeitos numéricos (malha), geométricos (contração) e mecânicos (rotação), e como isto influencia na fluidodinâmica do escoamento, para um determinado regime.

2. METODOLOGIA

O método de fronteira imersa foi utilizado para representar a geometria da contração abrupta, através de um domínio lagrangiano e o escoamento é resolvido no domínio euleriano (malha cartesiana).

As equações de Navier Stokes foram discretizadas pelo método de volumes finitos com malha deslocada, onde a interpolação dos termos difusivo, advectivo e de pressão foram aproximadas pelo esquema de diferenças centradas. O método de Adam-Bashforth foi empregado para o avanço temporal. O acoplamento pressão velocidade foi realizado pelo método de passos fracionados.

2.1. Considerações e exclusões

As considerações serão as seguintes:

1. O fluido do trabalho é newtoniano e incompressível.
2. Os casos serão trabalhados com base em uma plataforma numérica desenvolvida no laboratório de MFLAB.
3. Será utilizado um modelo simplificado de duto de perfuração para facilidade do trabalho.
4. Será assumido que não há transformação de energia na forma de calor pelo atrito entre o fluido e a estrutura, e/ou pelos componentes mecânicos que estão presentes na rotação do sistema.
5. Será assumido que os componentes do sistema todo estão em boas condições e operam de forma ideal.
6. Será assumido que os tubos e acessórios do sistema estão reguladas de acordo com a norma API (american Petroleum Institute)

As exclusões serão as seguintes:

1. Não inclui a intervenção de forças mecânicas e forças externas pelas correntes marítimas.
2. Não inclui o deslocamento do modelo lagrangiano como reação de qualquer força externa.

2.2. Modelo Matemático

Para modelar o escoamento do fluido, tem-se as equações de Navier Stokes e de continuidade.

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial u_i u_j}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\mu + \mu_t) \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] + S_i \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0 \quad (2)$$

O método de fronteira imersa foi usado, o termo fonte é substituído pelo termo força f_i , este termo é o responsável por representar a interface imersa no domínio euleriano ao passar informação para o domínio lagrangiano quando o termo força fora resolvido.

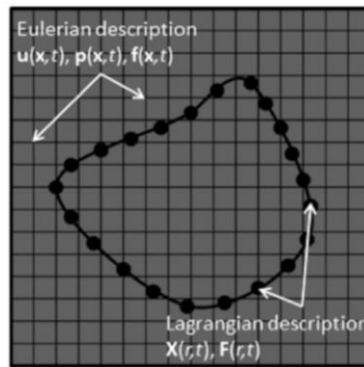


Figura 1: Representação da malha lagrangiana e a malha euleriana. Battista (2018)

2.3. Modelo Físico

Uma área da coluna de perfuração foi tirada e foi representada por um modelo simplificado, depois foi feita a malha, como mostrado na figura a seguir:

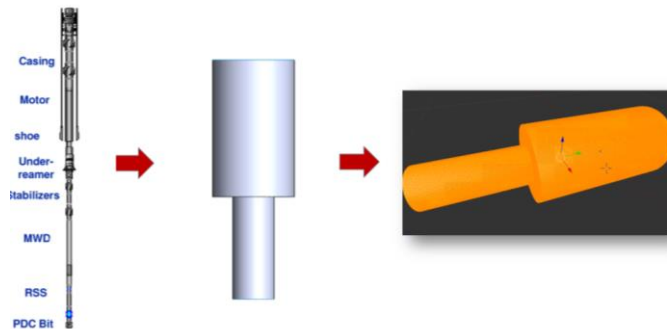


Figura 2: Processo da criação do modelo físico, criação da malha lagrangiana.

3. RESULTADOS

Inicialmente compara-se os resultados numéricos com os dados experimentais de Durst e Loy (1985), e Freddy Sanchez (2011), com razões de contração 1,87 e 1,97 respectivamente, para o caso sem rotação. Quando comparado os resultados para diferentes refinamentos de malhas, verifica-se que uma melhor aproximação aos dados experimentais, a medida que há o refinamento da malha.

Posteriormente será realizado um análise do fator de segurança, comparando com diferentes valores, para ver se tem influência na magnitude dos perfis de velocidade.

Finalmente, se verá o efeito de rotação na magnitude dos perfis dos diferentes componentes valores de velocidade e de pressão.

Caso I. Divisão de Malha Euleriana

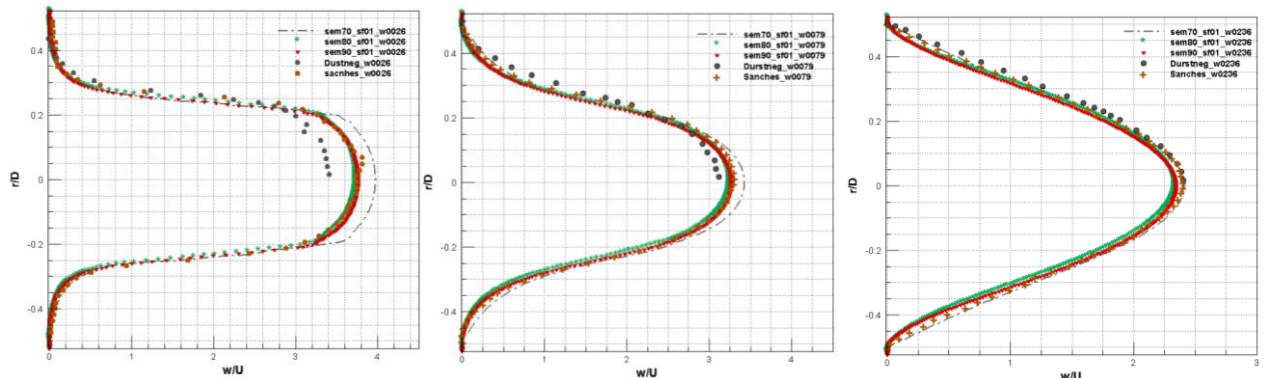


Figura 3: No plano $x=0,125$. Perfis de velocidade nas posições z/D : -0,0026, -0,0079 e -0,0236 para a componente da velocidade w , sem rotação para malhas $70 \times 70 \times 196$, $80 \times 80 \times 224$, $90 \times 90 \times 270$ e dados experimentais Durst e Loy (1985), Freddy Sanchez (2011).

Caso II. Mudança do fator de segurança

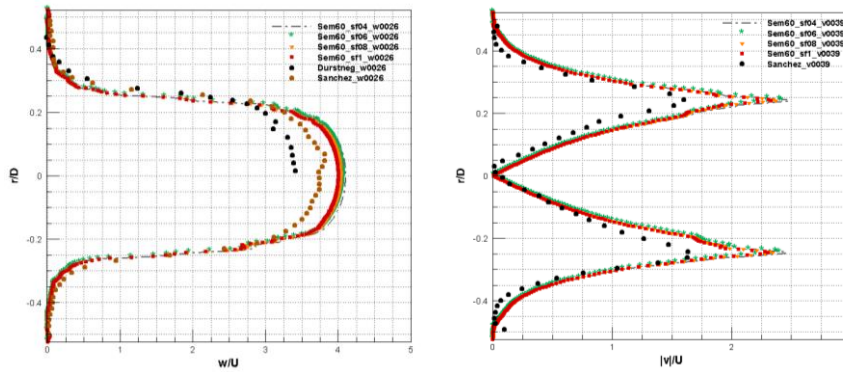


Figura 4: No plano $x=0,125$. Perfis de velocidade nas posições z/D : -0,0026 e -0,0039 para a componente da velocidade w e v respectivamente, fatores de segurança de 04, 06, 08 e 1, sem rotação para uma malha de $60 \times 60 \times 168$ e dados experimentais Durst e Loy (1985), Freddy Sanchez (2011).

Caso III. Variação da velocidade de rotação.

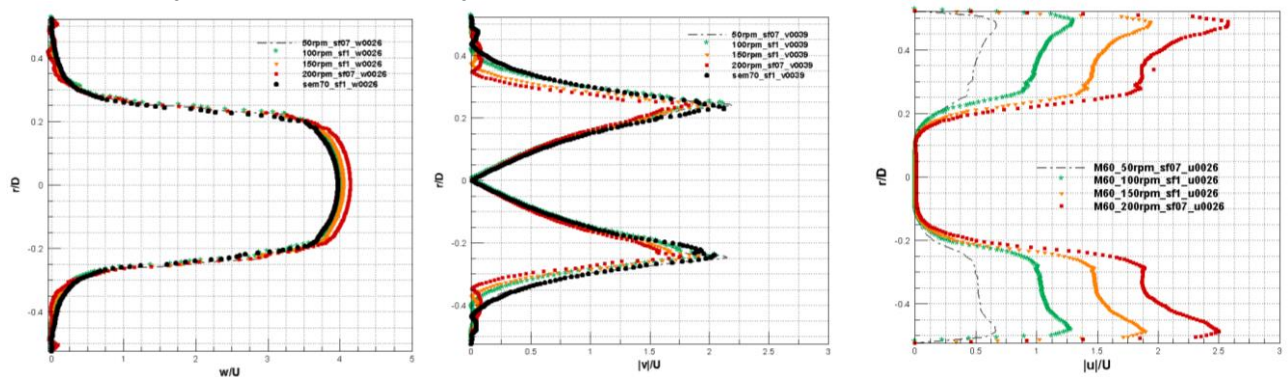


Figura 5: No plano $x=0,125$. Perfis de velocidade nas posições z/D : -0,0026, -0,0039 e -0,0026 para a componente da velocidade w , v e u respectivamente. Velocidades de rotação Ω : 0, 50, 100, 150, 200 RPM e malha $60 \times 60 \times 168$.

4. CONCLUSÕES

Quanto maior a velocidade de rotação, maior será a magnitude do perfil de velocidade na direção axial. No caso do perfil de pressões, o aumento da magnitude não é linear para o efeito da rotação. Testes posteriores com malhas refinadas serão realizados para melhor compreensão do efeito da rotação sobre o escoamento.

5. AGRADECIMENTOS

CAPES, FEMEC PPG e MFLab.

6. REFERÊNCIAS

- Borges, J. E. Modelagem Matemática e Simulação de Escoamentos em Canais Anulares com interação Fluido Estrutura. Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil, 2011.
- Felices, Arturo R. Hidráulica de tuberías y Canales. Universidad Nacional de Ingeniería, 2007, pp. 153-158.
- Frank, M. White. Fluid Mechanics. Mc. Graw-Hill/University of Rhode Island. Seventh Edition, 2011, pp. 352-357.
- Lourenço, M. A. S., Desenvolvimento de uma plataforma para computação de alto desempenho de escoamentos transientes, utilizando estrutura octonária. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil, 2012.
- Padilla, E. L. M.; Neto, A. da S. Aplicação de simulação numérica para análise de escoamento transicionais em canais cilindro-anulares com excentricidade variável. 2007.
- Sanchez, Freddy M. Palacios. Estudo Experimental do escoamento de Fluido Newtoniano em contração abrupta axissimétrica com a técnica de velocimetria por imagem de partículas. Curitiba Março. 2011.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.