

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA SIMULAÇÃO DE ROTORES DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

Cleiton Elsner da Fonseca, Sérgio Frey

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Sarmento Leite, 425 - 90050-170 – Porto Alegre, RS, Brasil
cleiton75@gmail.com

1. RESUMO

Neste trabalho será analisada a influência dos parâmetros construtivos no projeto de um rotor radial, o qual vem a ser o elemento mais importante no processo de transformação de energia no interior de uma bomba centrífuga. Objetiva-se, de uma forma simples e eficiente, apresentar os conceitos teóricos e parâmetros indicados por especialistas no assunto. A compilação destas duas fontes de conhecimento será reunida de modo a constituir uma ferramenta computacional básica e de fácil aplicação no projeto termomecânico de bombas centrífugas.

2. PROJETO DE UM ROTOR RADIAL

2.1 Influência da Forma das Pás

A forma da pá do rotor de uma bomba centrífuga é caracterizada pelos seus ângulos de entrada e saída, respectivamente β_4 e β_5 conforme Figura 1(a) para detalhes e nomenclatura adotada.

O valor de β_4 deve ser determinado pela condição de entrada sem choque, de modo a minimizar as perdas hidráulicas. Para se chegar a essa condição deve-se fazer a inclinação com que a velocidade absoluta, v_4 , chega ao rotor seja perpendicular, ou seja, o ângulo $\alpha_4=90^\circ$, é a alternativa mais usual e de menor custo, por corresponder à inexistência de um sistema diretor na entrada da máquina. O fluido penetra no rotor sem a componente de turbilhão da velocidade absoluta, $v_{u4}=0$, fazendo com que a equação de Euler (Henn, 2001) se reduza a:

$$w_{pa_\infty} = u_5 v_{u5} \quad (1)$$

Buscando, então, satisfazer a condição, pesquisas experimentais mostram que o ângulo β_4 , não deve ser tomado menor que 15° , sendo usual a faixa de 15 a 20° para bombas centrífugas.

Para o ângulo de saída, adota-se $\beta_5 < 90^\circ$, o que conduz a canais difusores mais longos e sujeitos a um aumento gradual de área da seção transversal. Estas condições minimizam as perdas hidráulicas no escoamento no interior do rotor, já que evitam os descolamentos do fluido das paredes das pás do rotor, apesar de aumentarem as perdas de carga por atrito junto às superfícies das pás. Isto explica o maior rendimento das bombas centrífugas com rotores com pás viradas para trás $\beta_5 < 90^\circ$, utilizando-se, na prática, ângulos β_5 na faixa de 14° a 50° , recomendando-se ainda como mais indicada a faixa $20^\circ < \beta_5 < 30^\circ$.

2.2 Influência do Número de Pás

Nas condições de fluxo acelerado através um uma turbina, os resultados experimentais demonstram que a influência do número de pás não precisa ser levada em consideração no seu projeto. (Pfleiderer e Petermann, 1973).

Nas bombas centrífugas, o mesmo não ocorre, tornando-se indispensável a correção dos cálculos por meio do fator de deficiência de potência. A expressão indicada por Pfleiderer (1960) para o cálculo do fator de deficiência de potência, μ , é dada por:

$$\mu = \frac{1}{1 + K_p \left(\frac{\pi r_5^2}{NS_f} \right) \text{sen} \beta_5} \quad (2)$$

onde N é o número de pás do rotor, r_5 o seu raio de saída, S_f o momento estático do filete médio do escoamento em relação ao eixo médio de rotação do rotor, $S_f = D_5^2 - D_4^2 / 8$, e K_p o coeficiente de correção experimental, $K_p = 0,75(1 + \beta_5/60^\circ) / \pi \text{sen} \beta_5$ - ver Pfleiderer, C. & Petermann (1973).

5. RESULTADOS OBTIDOS

Neste trabalho desenvolveu-se uma ferramenta computacional em linguagem FORTRAN 90 para o cálculo dos parâmetros construtivos do rotor de uma bomba centrífuga. Este algoritmo foi então empregado na simulação do rotor de uma bomba com os seguintes características: vazão de $0,126 \text{ m}^3/\text{s}$; altura manométrica de 100 m e rotação de 1780 rpm. Na Tabela 1 foram compilados os parâmetros construtivos de maior importância para o projeto do rotor.

Tabela 1: Parâmetros construtivos do rotor radial de uma bomba centrífuga.

Diâmetros do rotor(mm)		Largura das pás(mm)		Ângulos de inclinação das pás(°)	
d_e (diam. do eixo)	70,4	b_4	57,6	β_4	21,4
D_a (diam. da boca de sucção)	220,7	b_5	21,1	β_5	25
D_4 (diam. de entrada do rotor)	158,4	Número de pás		Espessura das pás(mm)	
D_5 (diam. de saída do rotor)	525,4	N	5	6,4	

A partir dos resultados da Tabela 1, a ferramenta computacional desenvolvida fornece o desenho das pás do rotor da bomba simulada conforme Figura 1(b).

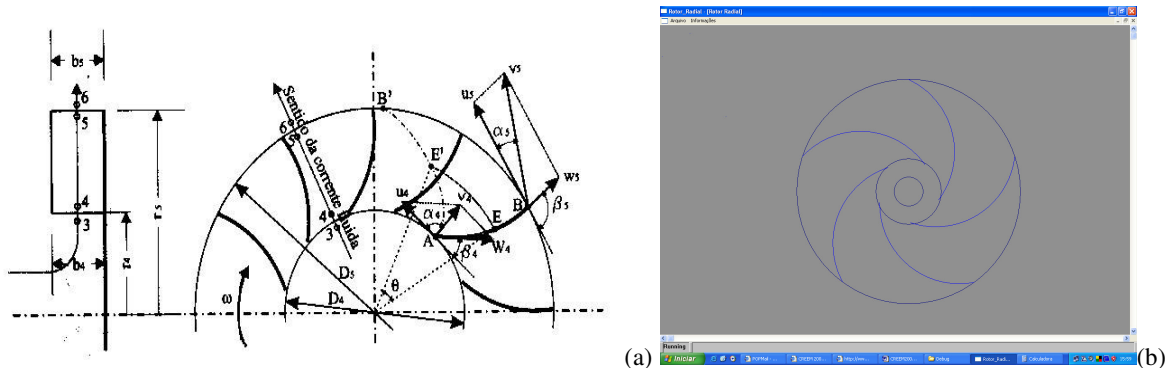


Figura 1. Rotor radial: (a) triângulos de velocidade de entrada e de saída; (b) traçado das pás do rotor

6. REFERÊNCIAS

- Henn, E.L., 2001, “Máquinas de Fluido”, Editora UFSM, Brasil
 Pfleiderer, C. & Petermann, 1973, “Maquinas de Fluxo”, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Brasil.