

ANALISE EM CFD DA GEOMETRIA DA GARGANTA DE UMA TUBEIRA

Kassio Felipe da Costa Serra (Graduado em Engenharia Mecânica - UEMA, Graduando Licenciatura em Física - IFMA);

João Manoel Torres Lobato (Graduado, Engenharia Mecânica – UEMA);

kassio191@gmail.com.

jmanolcxa@gmail.com.

Introdução

A tubeira de motor de foguete é um dispositivo que é usado para converter a energia termoquímica gerada na câmara de combustão em energia cinética. O princípio é converter gases de alta pressão e baixa velocidade em gases de baixa pressão e alta velocidade, resultado pela queima do propelente que sai do motor, ampliando o empuxo.

O dispositivo é dividido em três partes, subsônica convergente, garganta e supersônica divergente.

Este trabalho tem como objetivo de analisar a geometria da garganta em formato circular e triangular se terá influência na pressão total e na velocidade distribuída na tubeira, com a ajuda do software ANSYS, poderemos utilizar técnicas de simulações computacionais para chegar em melhores resultados.

Metodologia

Geometria da garganta

A Figura 1 mostra o formato triangular da garganta que foi desenhado no software ANSYS e na Figura 2 observamos a forma circular. Nos dois modelos foram adotados as mesmas condições de contorno, comprimento, altura e a área na garganta.



Figura 1 – Garganta formato triangular.

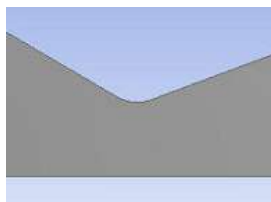


Figura 2 – Garganta formato circular.

Com o uso da ferramenta ANSYS Fluent, poderemos adotar as condições para definir o modelo de estudo. As condições limites são um fluxo de massa na entrada, saída e parede.

As especificações de análise foram as mesmas para as duas tubeiras, para assim analisar em uma imagem 2D e entender o comportamento dessa mudança na geometria pode ocasionar.

Geometria do bocal de Laval

A propulsão do foguete pode ser influenciada por muitos fatores, a necessidade de estudar esse fatores é para que não haja uma perda de resultados. A análise feita com o tipo de material, combustível, forma geométrica, pressão, temperatura e outras podem influenciar nas respostas dos estudos nessa área. O formato de bocal tem muita influência, na Figura 3 nos mostra os modelos de bocal.

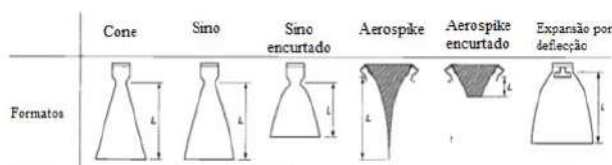


Figura 3: Modelo de bocal (adaptado).
Fonte: Rocket Element Propulsion *

Para atender as condições da simulação para que não possa ter uma grande influência no resultado final, o tipo cone foi utilizado como padrão na modelagem, pois foi o primeiro a ser produzido e ainda utilizado no setor aeroespacial.

Resultados e discussão

Na Figura 4 possui baixa pressão total na seção convergente-divergente comparada a Figura 6.

A velocidade aumenta quando entra e sai da garganta, e diminui nas paredes na seção divergente. Na figura 5 tem um aumento significativo da velocidade na área da garganta, mas a distribuição da velocidade ao longo da seção divergente é menor em relação a figura 7.

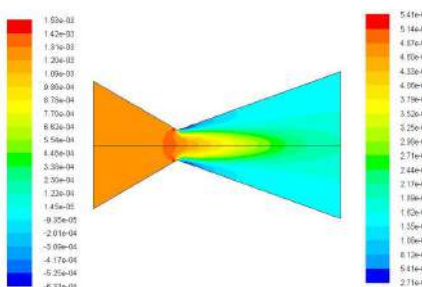


Figura 4 – Resultado da pressão total da tubeira com a garganta formato triangular.

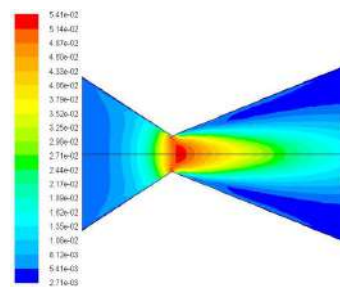


Figura 5 – Resultado da velocidade da tubeira com a garganta formato triangular.

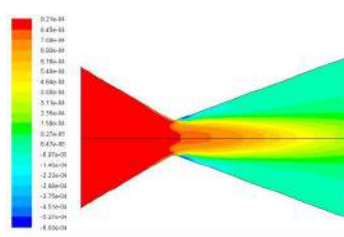


Figura 6 – Resultado da pressão total da tubeira com a garganta formato circular.

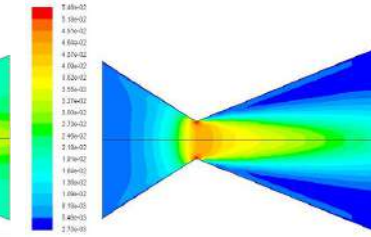


Figura 7 – Resultado da velocidade da tubeira com a garganta formato circular.

Conclusão

Pela análise dos resultados obtidos, a geometria da garganta tem influência no processo, a alta velocidade na garganta na Figura 4 gera uma perda de pressão na seção convergente. A confirmação dessa resposta se obteve quando foi gerada a simulação com garganta formato circular que podemos observar na Figura 6 e 7.

Para trabalho futuro, recomendo a análise da intensidade da turbulência e a formação de vórtex na seção divergente.

Agradecimento

Agradeço aos colegas do Carcará Rocket Desing da Universidade Estadual do Maranhão pelo apoio.

Referências

- BELEGA, Bogdan-Alexandru-NGUYEN, Trung Duc. Analysis of flow in convergent-divergent rocket engine nozzle using computational fluid dynamics. International Conference of Scientific Paper, Brasov, 6 f. maio 2015.
- CAI, Guobiao; FANG, Jie; XU, Xu; LIU, Minghao. Performance prediction and optimization for liquid rocket engine nozzle. *Aerospace Science and Technology*, v. 11, n. 2-3, p. 155-162, 2007.
- FUTTON, George. P.; BIBLARZ, Oscar. *Rocket Propulsion Elements*. n. 7. Estados Unidos. John Wiley & Sons, Inc. 2001. p. 751.
- Natta, Pradhasaradhi; Kumar, V.Ranjith; Rao, Dr. Y.V. Hanumantha; Flow Analysis of Rocket Nozzle Using Computational Fluid Dynamics (Cfd). *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, ISSN: 2248-9622, Vol. 2, Issue 5, September- October 2012, pp.1226-1235
- Pandey, K.M.; Singh, A.P. CFD Analysis of Conical Nozzle for Mach 3 at Various Angles of Divergence with Fluent Software, *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, Vol. 1, No. 2, August 2010, ISSN: 2010-0221.