

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE UM TROCADOR DE CALOR ÓLEO - ÁGUA

Julia Nossa de Carvalho(nossajulia@outlook.com)

Aluna de graduação do curso Engenharia Mecânica.

Harerton Oliveira Dourado (harerton@fsjb.edu.br)

Professor do curso de Engenharia Mecânica

RESUMO

O presente trabalho irá simular computacionalmente a transferência de calor em um trocador de calor casca e tubo, ao utilizar implementação matemática em uma plataforma online, o Simscale, e o software Ansys. Assim comparando os resultados e indicando o melhor recurso a ser usado no ambiente acadêmico.

PALAVRAS-CHAVE: Trocadores de Calor, Simulação numérica, Ansys, Simscale, Casca e Tubo.

1. - INTRODUÇÃO

A simulação computacional é uma ferramenta útil no processo da análise de diferentes fenômenos físicos, bem como para projetos de engenharia, otimizando o processo de desenvolvimento e possibilitando a redução dos custos envolvidos. Ferramentas de simulação como a Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) possibilitam a redução do número de experimentos com modelos físicos, além de permitir e a exploração de fenômenos que não poderiam ser estudados em laboratório. Uma aplicação é o estudo trocadores de calor. Diferentes ferramentas disponíveis comercialmente são Ansys-AIM, a plataforma online Simscale, o Ansys-Fluent, o Ansys-CFX, o PHOENICS e o STAR-CD (VERSTEEG; MALALASEKERA, 2007).

Uma vez que são de ampla utilização na indústria, é importante que esta ferramenta seja utilizada no contexto acadêmico para a formação dos estudantes de engenharia. Dessa forma, com o objetivo de identificar uma plataforma adequado ao uso acadêmico, o presente trabalho realizará uma simulação CFD de um TCCT em regime permanente, usando a licença estudantil do Ansys-AIM 19.0 e a plataforma online Simscale.

2. - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Trocadores de calor de casco e tubo

Os trocadores de calor são um dos equipamentos mais usados nos processos industriais, uma vez que são usados para transferir energia térmica (entalpia) entre dois ou mais fluidos que se encontram em diferentes temperaturas, por meio de uma superfície sólida ou partículas sólidas, e que geralmente não se misturam (SHAH; SEKULIÉ, 2003). Os trocadores de calor de casco e tubo (TCCT), são os mais usados nos processos industriais, mais de 90% (THULUKKANAM, 2013). Caracterizados por conter um grande número de tubos acondicionados num casco, a transferência de calor ocorre quando um fluido escoar no interior dos tubos, enquanto o outro fluido escoar fora deles, através do casco (ÇENGEL; GHAJAR, 2011). São de fácil projeto e fabricação, além de apresentar boa durabilidade quando operados dentro de limites de temperatura e pressão (THULUKKANAM, 2013).

2.2 Funcionamento de um código comercial de CFD

A fim de facilitar o acesso a resolução, todos os pacotes de CFD comerciais incluem interfaces de usuário sofisticadas, para inserir os parâmetros do problema e examinar os resultados. Os três elementos

principais que todo pacote de CFD contém são: (i) um pré-processador (pre-processor), (ii) um solucionador (solver) e (iii) um pós-processador (post-processor) (VERSTEEG; MALALASEKERA, 2007). Então a solução para qualquer problema pelo MEF, independe da plataforma, passa pelos passos interdependentes representados na Figura 1.



Figura 1: *Etapas de solução de um problema pelo MEF*

O pré-processamento é a introdução de parâmetros e assim definir o problema físico, por meio da ajuda de interface gráfica, para a transformação da informação em uma linguagem que o solver entenda. O pré-processamento realiza: definição do domínio computacional (geometria); discretização do domínio computacional (malha); define o domínio e as propriedades do sistema estudado; etc. Já o *solver* transforma as informações do pré-processamento em uma linguagem computacional, a fim de resolver as equações usando métodos numéricos iterativos. E o pós-processamento interpreta os resultados por meio de uma interface gráfica.

3 – DESENVOLVIMENTO

3.1. Ansys AIM

O AIM (ANSYS, 2018) oferece uma plataforma de simulação multifísica que possibilita aplicação em diversas áreas da engenharia. Sua interface pretende otimizar o processo do desenvolvimento de simulações em comparação à outros programas de simulação. Há possibilidade de importação de modelos CAD (Computer-Aided Design), mas também é possível a sua criação na própria plataforma. O ANSYS AIM conta com os módulos ANSYS SpaceClaim, ANSYS Meshing e ANSYS Workbench. O pacote possui uma licença de uso acadêmico que exige renovação semestral e é instalado na máquina do usuário. Todo o processamento é realizado localmente, sendo a velocidade de execução dependente da capacidade de processamento do computador do usuário.

3.2. Simscale

A plataforma Simscale (Simscale, 2012) se propõe a ser uma opção mais simples e intuitiva para o uso da engenharia assistida por computador (CAE), e para realização de simulações numéricas. Sua interface pretende ser intuitiva, guiando o usuário pelas diferentes etapas para a elaboração da simulação: (a) domínio, o qual é usado para mecânica computacional para analisar um problema de física, um ou vários campos de solução que são calculados em um determinado domínio geométrico; (b) modelo, sendo tudo o que define as propriedades do domínio como, por exemplo, parâmetros de material, bem como configurações iniciais e condições de contorno para a simulação; (c) numérico, é o solucionador de equações a simulação, altera as configurações de convergência ou escolhe o esquema de integração de tempo para simulações dinâmicas transitórias; (d) controle de simulação, ajusta-se diferentes propriedades e parâmetros globais em relação ao processo de simulação; (e) controle de resultados, permite aos usuários definir saídas de resultados de simulação extras.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a plataforma SimScale e do software Ansys AIM, simulou-se o processo de transferência de calor em um trocador de calor casca e tubo utilizado o modelo de transferência de calor conjugado. Este modelo permite que os processos físicos e suas soluções fossem considerados separadamente para cada

objeto em dois subdomínios. Isto faz com que a análise seja independente de ambos os fluxos (externo e interno). A geometria usada em ambas as simulações é mostrada na Figura 2.

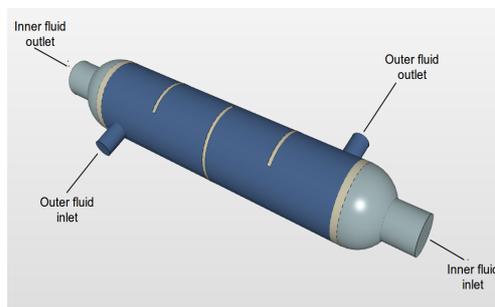


Figura 2: Geometria Externa do Trocador de Calor (Simscale,2012)

Ao lidar com trocador de calor conjugado, precisa-se de uma malha multi-região a fim de possibilitar uma definição clara das interfaces no domínio computacional. No Simscale essa malha foi criada com a operação paramétrica dominante no Hex no criador da malha. A malha paramétrica hexadecimária (somente CFD) foi usada para gerar a malha para os 3 volumes (1 sólido e 2 fluidos), seguida pela criação de refinamentos. Além disso, os volumes são definidos como regiões distintas para definir interfaces em um momento. No Ansys, após a “limpeza” da geometria, a malha triangular foi criada de forma discretizada e com refinamento de média qualidade, em que essa obteve poucos elementos distorcidos ou deformados, assim por meio da estatísticas *Skewness* (métrica que avalia o quão deformado o elemento está baseado em seu volume) da malha concluímos que a esta foi de boa qualidade.

A simulação, em ambos programas, foi analisada em estado estacionário laminar, sendo realizada usando o solucionador de transferência de calor conjugado. Considera-se que o fluido exterior está a uma temperatura mais elevada (liberando calor, com uma temperatura de entrada a 353K e pressão de saída 0,2 MPa) e o fluido interno à temperatura mais baixa (absorvendo calor, a uma temperatura de entrada a 283K e pressão de saída a 0,1 MPa). A figura 3 mostra a representação das linhas de corrente no fluido externo (coloridas pela temperatura), onde observa-se que a temperatura começa a diminuir assim que o fluido quente entra no trocador de calor. A maior parte da troca de calor ocorre até à metade do percurso no interior do trocador. Ambas as simulações (Simscale e AIM) forneceram resultados semelhantes, no entanto a execução da simulação no Ansys foi de 252 minutos e no Simscale foi de 156 minutos.

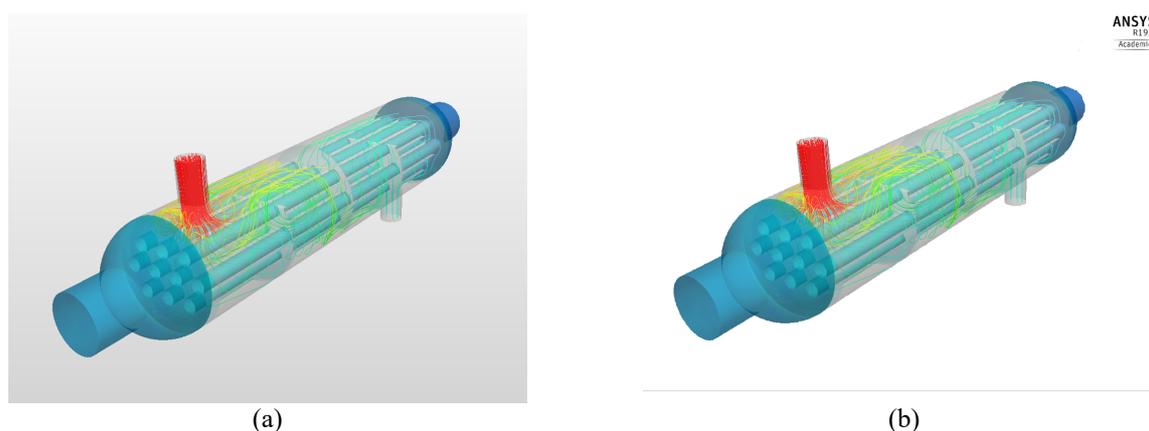


Figura 3: Linhas de corrente com representação de cores indicando a temperatura – (a) Simscale e (b) Ansys AIM.

5 –CONSIDERAÇÕES FINAIS

As simulações de um trocador de calor através do código Ansys AIM 19.2 e da plataforma Simscale, forneceram resultados semelhantes. Ambas as plataformas possibilitam o uso acadêmico. Entretanto, a plataforma Simscale, por ser baseada em computação na nuvem, dispensa instalação local, hardware de computador dedicado, atualizações ou upgrades regulares, sendo um diferencial importante. Apesar desta plataforma não oferecer a possibilidade de desenvolvimento do modelo CAD, sendo necessária a importação de um arquivo externo, existe compatibilidade com diversos formatos. O pacote Ansys, apesar de ampla utilização na indústria e em pesquisas acadêmicas, requer instalação local e, conseqüentemente, atualizações frequentes, além de renovação da licença acadêmica a cada 6 meses. As simulações são realizadas localmente, de forma que o hardware utilizado pode ser um fator limitador importante. Dessa forma, conclui-se que, apesar de ambas as soluções serem adequadas ao uso acadêmico, a plataforma Simscale é mais indicada para o uso por estudantes de engenharia, especialmente considerando a sua concepção baseada em computação na nuvem.

6 – REFERÊNCIAS

1. THULUKKANAM, K. Heat Exchangers Design Handbook. 2.ed. New York: CRC Press - Taylor & Francis Group, 2013.
2. SHAH, K. R.; SEKULIĆ, D. P. Fundamentals of heat exchangers design. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003
3. ÇENGEL, A. Y.; GHAJAR, J. A. Heat and Mass Transfer: Fundamentals and applications. 4. ed. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2011.
4. VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The finite volume method. 2. ed. England: Pearson Education Limited, 2007.
5. CEBECI, T. et al. Computational Fluid Dynamics for Engenieers: From panel to navier-stokes methods with computer programs.
6. ANDERSON, J. D. Computational Fluid Dynamics: The basics with applications. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 1995.
7. Abreu, J.F.A.C., 2016. Estudo computacional via ANSYS de vigas, arcos e anéis com restrições de contato impostas por bases elásticas. Dissertação de Mestrado, PROPEC/Deciv/EM/UFOP, Ouro Preto/MG, Brasil.