

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE CONDENSADORES DO TIPO ARAME-SOBRE-TUBO

Róbinson G. T. P. Erazo, André Luiz Seixlack
robinson.gtpe@gmail.com, andre@dem.feis.unesp.br
Faculdade de Engenharia da Unesp, campus de Ilha Solteira – SP

RESUMO: Neste trabalho apresenta-se a análise do desempenho de condensadores do tipo arame-sobre-tubo, comumente usados em refrigeradores domésticos que usam o ciclo de compressão de vapor. Para essa análise é usado um modelo previamente desenvolvido que simula o escoamento do fluido refrigerante no interior do tubo e a transferência de calor por radiação e convecção natural entre a superfície externa do tubo, as aletas em forma de arames cilíndricos e o ar externo. A simulação do escoamento ao longo do condensador é obtida a partir da solução numérica das equações de balanço da massa, da quantidade de movimento e de conservação de energia pelo método de Volumes Finitos. O objetivo deste trabalho é otimizar o desempenho do condensador variando alguns de seus parâmetros geométricos tais como: altura e largura, a densidade de arames, o diâmetro do arame, o diâmetro do tubo e o número de passes da serpentina.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem numérica, condensador arame-sobre-tubo, refrigerador doméstico

ABSTRACT: This paper presents the performance analysis of condenser of the type wire-and-tube, commonly used in domestic refrigerators that use the vapor compression cycle. For this analysis is used a previously developed model that simulates the flow of the refrigerant inside the tube and heat transfer by radiation and natural convection between the external surface of the tube, the fins in the form of cylindrical wires and the external air. The simulation of flow over the condenser is obtained from the numerical solution of balance equations of mass, momentum and energy conservation by finite volume method. The objective of this study is to optimize the performance of the condenser varying some of its geometrical parameters such as height and width, the density of wire, wire diameter, the pipe diameter and the number of passes of the serpentine.

KEYWORDS: numerical modeling, wire-and-tube condenser, domestic refrigerator

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, uma das grandes preocupações da comunidade científica está relacionada com o uso racional dos recursos naturais. Na área de refrigeração as pesquisas direcionam-se na busca de fluidos refrigerantes menos agressivos ao meio ambiente e na análise do comportamento dos componentes do sistema de refrigeração, com o objetivo de melhorar sua eficiência energética e reduzir custos de fabricação.

Dentre esses componentes, os compressores, os trocadores de calor (evaporadores e condensadores) e os dispositivos de expansão (em particular os tubos capilares) usados em sistemas de pequeno porte (capacidade até 10 kW), têm sido extensivamente analisados. O projeto adequado dos trocadores de calor melhora não só o desempenho do sistema, como também reduz o espaço ocupado e a quantidade de material necessária na fabricação.

A motivação do presente trabalho é a análise do desempenho de um desses componentes: os condensadores do tipo arame-sobre-tubo, comumente usados em refrigeradores domésticos. A partir do código computacional desenvolvido por Oliveira (2009), desenvolve-se neste trabalho a análise de condensadores do tipo arame-sobre-tubo com o objetivo de otimizar o desempenho do condensador variando alguns de seus parâmetros geométricos tais como: altura e largura do condensador, a densidade de arames, o diâmetro do arame, o diâmetro do tubo e o número de passes da serpentina.

METODOLOGIA

No modelo utilizado consideram-se as equações de conservação da massa, de quantidade de movimento e de conservação de energia, cuja solução numérica é obtida pelo método de Volumes Finitos. Para gerar a malha computacional ao longo do tubo do condensador foi desenvolvida uma equação que permite o refinamento da malha na região de entrada do tubo (Fig. 1).

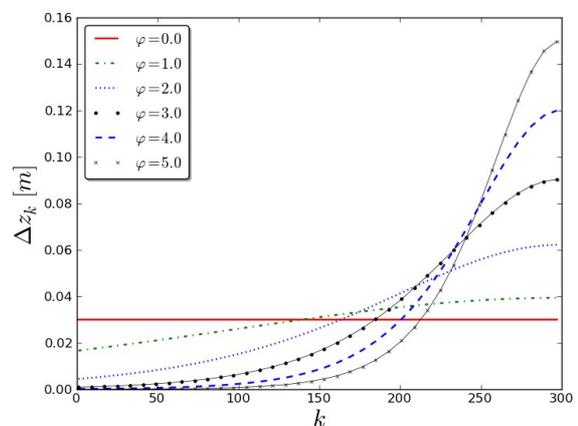


Figura 1. Efeito do refinamento não-uniforme da malha computacional segundo a equação desenvolvida neste trabalho

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, nota-se que a diferença de tempo de processamento entre os modelos foi de 60%, devido ao cálculo da média espacial do termo fonte segundo a Regra do Retângulo (GIBIN JR, 2010) em relação ao cálculo segundo a Regra do Trapézio (OLIVEIRA, 2009). Nos dois modelos, a queda da pressão total aumenta, a taxa de calor transferido diminui e a temperatura de saída aumenta. A diferença entre as temperaturas de saída do condensador calculadas segundo os dois modelos é aproximadamente de 10 °C com malha de 250 nós.

Tabela 1. Influência do número de nós da malha computacional sobre os resultados dos modelos de Oliveira (2009) e de Gibin Jr (2010)

Grandezas	Número de nós m	$m = 50$	$m = 150$	$m = 200$	$m = 250$
Título na Saída (%)	Oliveira (2009)	–	–	–	–
	Gibin Jr (2010)	–	–	–	–
Queda de Pressão Total (mbar)	Oliveira (2009)	9,262	9,558	9,982	11,159
	Gibin Jr (2010)	7,907	7,514	7,719	8,197
Taxa de Calor Transferido (W)	Oliveira (2009)	96,43	94,66	93,44	90,12
	Gibin Jr (2010)	107,46	101,78	100,39	99,63
Tempo de Computação (s)	Oliveira (2009)	3,61	4,48	5,16	7,09
	Gibin Jr (2010)	0,87	2,62	2,02	2,26
Temperatura na Saída (°C)	Oliveira (2009)	51,13	51,67	52,88	56,40
	Gibin Jr (2010)	42,80	44,38	45,47	46,34

CONCLUSÃO

O modelo de Oliveira (2009) foi o escolhido e testado nesta primeira etapa do trabalho. A partir desse modelo foram realizados aprimoramentos no código, destacando a nova equação para o cálculo da malha computacional. Notou-se a influência do refino de malha sobre as propriedades do escoamento. Dessa forma, a equação de geração da malha desenvolvida neste trabalho poderá ser utilizada para obter resultados com maior precisão na região inicial do escoamento, onde há maiores variações das propriedades.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio da Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) - Bolsa no País - Iniciação Científica - Processo nº 2010/13078-0

REFERÊNCIAS

- GIBIN JR., I. S. Análise Numérica de Condensadores do Tipo Arame-sobre-Tubo usando o Método de Volumes Finitos. Relatório Final - Trabalho de Graduação, UNESP, Ilha Solteira - SP, 2010.
- OLIVEIRA, B. M. Análise Numérica de Condensadores do Tipo Arame-sobre-Tubo Usados em Refrigeradores Domésticos. Relatório Pesquisa - Iniciação Científica, FAPESP, Ilha Solteira - SP, 2009.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.