

DL 04.ABR2001*193040

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE UM
PERMUTADOR DE CALOR EM
REGIME TRANSIENTE**

Por

Maria Luísa Ingrês Pais



*Dissertação para Mestrado em
Engenharia Mecânica
(Transmissão de Calor)*

COIMBRA

2000

Resumo

Após uma nota introdutória onde se apresentam os objectivos e motivações do presente trabalho, procede-se a uma caracterização da resposta transiente de um permutador de calor a solicitações térmicas impostas, nomeadamente a sua dependência em relação a um conjunto de parâmetros adimensionais a definir.

Formula-se matematicamente o problema e, seguidamente, faz-se uma análise dimensional, que permite a elaboração de um modelo matemático capaz de descrever a evolução temporal das principais grandezas em jogo e permite um posterior estudo de sensibilidade paramétrica.

Com base no modelo matemático, desenvolveu-se um programa de cálculo simplificado, que permite uma avaliação da temperatura do tubo do permutador de calor com a variação de alguns parâmetros mais relevantes.

Através do programa de cálculo, são realizadas várias simulações e é efectuada a comparação dos resultados obtidos por via numérica com resultados obtidos por via experimental.

Por fim, são apresentadas as principais conclusões e conhecimentos adquiridos ao longo da elaboração deste trabalho. Referem-se algumas perspectivas de actuação futura visando a continuidade dos temas aqui focados.

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice.....	vi
Nomenclatura.....	ix

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

1.1- Considerações gerais.....	1.1
1.1.1- Tipos de permutadores de calor.....	1.2
1.2- Objectivos e resumo dos capítulos da tese.....	1.6
1.3- Resumo da literatura disponível.....	1.8

Capítulo 2 – MODELO MATEMÁTICO

2.1- Introdução.....	2.1
2.2- Modelação matemática do sistema.....	2.2
2.2.1- Apresentação do problema.....	2.2
2.2.2- Equações e hipótese de simplificação.....	2.3
2.2.3- Análise dimensional do sistema.....	2.11
2.3- Programa TPCALOR.....	2.18
2.3.1- Estrutura.....	2.18
2.3.2- Parâmetros de entrada.....	2.19
2.3.3- Variáveis características.....	2.20

2.3.4- Definição dos principais parâmetros.....	2.20
2.3.4.1- Número de Reynolds.....	2.21
2.3.4.2- Número de Nusselt.....	2.22
2.3.4.3- Número de Prandtl.....	2.23
2.3.4.4- Número de Graetz.....	2.23
2.3.5- Coeficientes de transmissão de calor.....	2.24
2.3.5.1- Coeficiente de convecção interior.....	2.25
2.3.5.2- Coeficiente de convecção exterior.....	2.28
2.3.6- Eficiência das alhetas.....	2.30
2.3.7- Temperatura adimensional do permutador e tempo de resposta.....	2.30
2.3.8- Impressão e gravação dos dados e resultados em ficheiros.....	2.31

Capítulo 3 – INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1- Introdução.....	3.1
3.2- Descrição dos diferentes tipos de permutadores.....	3.2
3.2.1.- Permutador de calor tipo A.....	3.2
3.2.2.- Permutador de calor tipo B.....	3.3
3.2.3.- Permutador de calor tipo C.....	3.4
3.2.4.- Permutador de calor tipo D.....	3.5
3.3- Análise de sensibilidade paramétrica.....	3.7
3.3.1.- Variação de coeficiente de transmissão de calor por convecção.....	3.7
3.3.1.1- Influência do coeficiente de convecção interior – Termo de acumulação de energia da água desprezável.....	3.7
3.3.1.2- Influência do coeficiente de convecção exterior – Termo de acumulação de energia da água desprezável.....	3.18
3.3.1.3- Influência do coeficiente de convecção interior – Termo de acumulação de energia da água não desprezável.....	3.31
3.3.1.4- Influência do coeficiente de convecção exterior – Termo de acumulação de energia da água não desprezável.....	3.42
3.4- Evolução dos diferentes parâmetros.....	3.55
3.4.1- Comparação dos resultados teóricos com resultados experimentais.....	3.59

Capítulo 4 – CONCLUSÕES

4.1- Contribuição do presente trabalho.....	4.1
4.2- Sugestões para trabalhos futuros.....	4.3
Bibliografia.....	Bib.1
Anexo A – Programa TPCalor: Listagem e variáveis utilizadas.....	A.1
Anexo B – Rendimento de uma alheta.....	B.1

Bibliografia

- Bhatti, M.S. e Shah R.K. (1987), "Handbook of single-phase convective heat transfer", 4º Capitulo, Wiley-Interscience.
- Bowman, R.A., Mueller, A.C. and Nagle, W.M. (1940), "Mean Temperatura Difference in Design", Trans. ASME, 62,283.
- Figueiredo, A.R. and Raimundo, A.M. (1996), "Analysis of the performances of heat exchangers used in hot-water stores", Applied Thermal Engineering Vol.16, Nº.7, pp.605-611.
- Figueiredo, A.R., Costa, J.J. e Raimundo, A.M. (1993), "Transmissão de Calor", Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Heat Exchanger Design Handbook (1981), Hemisphere Publishing Corporation.
- Holman, J.P. (1983), "Transferência de calor", Editora McGraw-Hill.
- Incropera, Frank P. e DeWitt, David P. (1998), "Fundamentos de transferência de calor e de massa", 4ª edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.

- Incropera, F.P. e DeWitt, D.P. (1989), "Fundamentals of heat and mass transfer", 2ª edição, John Wiley & Sons.
- Gregório, J.M.P. (2000), "Estudo teórico e experimental do comportamento térmico de um permutador de calor em funcionamento transiente", tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Kakaç, S., Bergles, A.E. e Mayinger, F., Eds. (1981), "Heat exchangers", Hemisphere Publishing Corp., New York.
- Kakaç, S., Shah, R.K. e Bergles, A.E., Eds. (1983), "Low Reynolds number heat exchangers", Hemisphere Publishing Corp., New York.
- Kays, W.M. e London, A.L. (1984), "Compact heat exchangers", 3ª Edição, McGraw-Hill, New York.
- Kays, W.M. e Crawford, M.E. (1993), "Convective heat and mass transfer", 3ª Edição, McGraw-Hill Inc.
- Kreith, Frank (1977), "Princípios da transmissão de calor", 3ª edição, Editora Edgard Blücher Ltda.
- Mills; A.F. (1995), "Basic Heat and Mass Transfer", IRWIN, Chicago.
- McAdams, W.H. (1954), "Heat Transmission", 3ª Edição, McGraw-Hill Inc.
- Ozisik, M.N., Kays, W.M. and Crawford, M.E. (1990), "Transferência de Calor, um texto básico", Editora Guanabara, Rio de Janeiro.
- Petukhov, B.S.; Irvine T. F. e Hartnett J. P. (1970), "Advances in heat transfer", Volume 6, Academic Press.

- Raimundo, A.M. (1988), "Acumulação de Calor Sensível em Sólidos", tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Santos, A.J. (1994), "Estudo experimental da acumulação de calor sensível num depósito de água", tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Shah, R.K., McDonald, C.F. e Howard, C.P., Eds. (1980), "Compact heat exchangers", ASME Symposium Volume HTD-10, ASME, New York.
- Stoecker, Wilbert F. e Jones, Jerold W. (1985), "Refrigeração e ar condicionado", Editora McGraw-Hill Inc.
- Webb, R.L. (1983), "Compact heat exchangers", in E. U: Schlünder, Ed., Heat Exchanger Design Handbook, Section 3.9, Hemisphere Publishing Corp., New York.
- Wetty, F.P., Wic, C.E. e Wilson, R.E. (1984), "Fundamentals of momentum, heat and mass transfer", 3ª Edição, Wiley.