

ESTUDO EXPERIMENTAL DA CONVECÇÃO NATURAL EM CAVIDADE COM FONTES DE CALOR DISCRETAS

A.T. Takaki, G.S. Damno e R.A.V. Ramos

Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira,
Universidade Estadual Paulista, Av. Brasil, 56, Centro, Ilha Solteira SP, CEP: 15.385-000.
Palavras chaves: Convecção natural, cavidade térmica, medidas de temperatura.

RESUMO

Neste trabalho foi feito o estudo experimental da convecção natural no escoamento em uma cavidade com fontes de calor discretas em uma das paredes e com a parede oposta resfriada, sendo as outras paredes isoladas, tal como mostrado na Figura 1. Este tipo de problema tem aplicação em equipamentos eletrônicos, onde é importante o controle dos níveis de temperatura para que não ocorram falhas na operação. O principal objetivo do trabalho foi verificar o comportamento da temperatura máxima das fontes, com relação a variação da razão de aspecto (H/L), da potência dissipada nas fontes (q), da temperatura da parede resfriada (T_c) e do ângulo de inclinação da cavidade com relação a horizontal (ϕ), resultando os casos apresentados na Tabela 1.

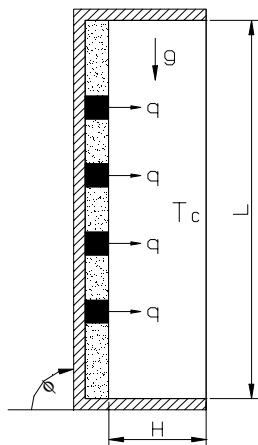


Figura 1: Cavidade térmica.

Tabela 1: Descrição dos casos estudados.

Casos	q (W)	H/L	ϕ	T_c (°C)
1	1	1/4	90°	20
2	3	1/4	90°	20
3	5	1/4	90°	20
4	3	1/8	90°	20
5	3	1/2	90°	20
6	3	1/4	45°	20
7	3	1/4	0°	20
8	3	1/4	90°	15
9	3	1/4	90°	25

Para a realização dos testes experimentais foi elaborada uma forma construtiva das cavidades de modo que possa passar de uma configuração para a outra rapidamente e sem maiores dificuldades. As cavidades construídas têm a forma cúbica com dimensões internas de 25×200×150, 50×200×150 e 100×200×150 mm e são constituídas por uma parte central composta por três paredes de fibra de vidro (4mm), formando um “U”, uma parede frontal de acrílico (12mm), e sendo uma das superfícies laterais constituídas por uma das paredes de um reservatório térmico frio. A outra superfície lateral, oposta à resfriada é constituída por uma superfície com fontes de calor discretas embutidas.

As fontes de calor foram constituídas por resistências espirais de fio Kanthal ($\phi=0,5\text{mm}$) inseridas em um furo longitudinal de 6 mm de diâmetro de uma barra de alumínio de dimensões 12×12×150 mm. O isolamento elétrico foi feito por meio de uma folha de mica. As fontes de calor foram montadas sobre uma placa de fibra de vidro e os espaços entre as fontes e entre as paredes superior e inferior foram preenchidos com poliuretano expandido. O acabamento da superfície foi feito com massa plástica e utilizando-se lixas finas.

Os reservatórios térmicos foram feitos de fibra de vidro, com exceção da parede interna que é de cobre (3mm). A água entra nos reservatórios pela parte inferior e sai pela superior

mantendo assim a temperatura uniforme sobre toda a parede de cobre. Foi instalado um termopar nesta parede para monitorar esta temperatura. Todas as superfícies externas da cavidade, com exceção da frontal, foram isoladas termicamente do ambiente por meio de poliestireno (25mm).

Para a realização de medidas de temperatura foram utilizados termopares tipo Cobre-Constantan AWG 36 e um sistema de aquisição de dados (HBM-MGCPlus) controlado por um computador. Depois de calibrados, alguns termopares (24) foram fixados na parede onde estão montadas as fontes de calor e outros (10) foram montados nas sondas utilizadas em um posicionador especialmente construído para permitir a obtenção do campo de temperatura no interior da cavidade. As medidas foram iniciadas após o estabelecimento do regime permanente.

As Figuras 3 e 4 mostram fotos da montagem experimental e os detalhes da cavidade térmica com o posicionador e a sonda com termopares, respectivamente. Na Figura 5 são mostrados os campos de temperatura no interior da cavidade para alguns casos estudados e na Figura 6 são apresentados os perfis de temperatura ao longo da parede onde estão montadas as fontes de calor, para cada um dos casos estudados.



Figura 3: Montagem experimental completa.



Figura 4: Detalhes da cavidade.

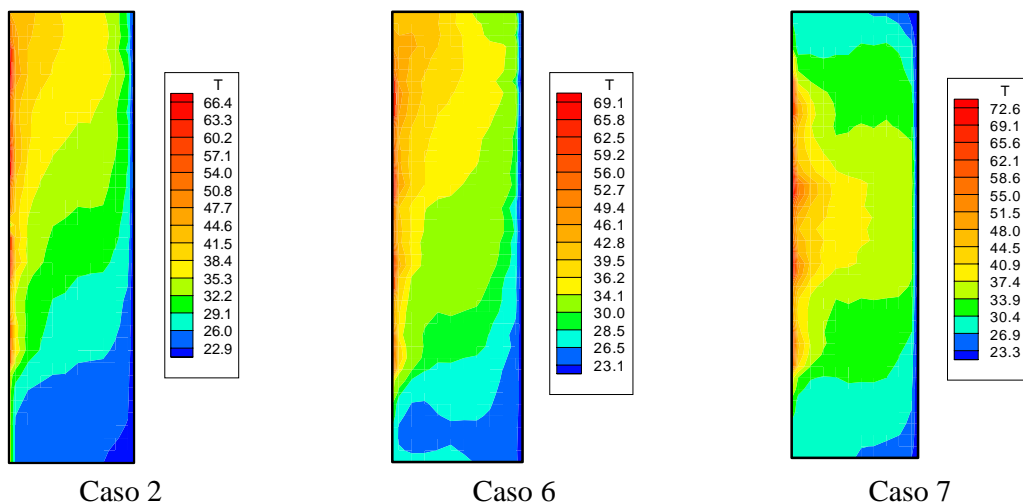


Figura 5: Campo de temperatura no interior da cavidade para alguns dos casos considerados.

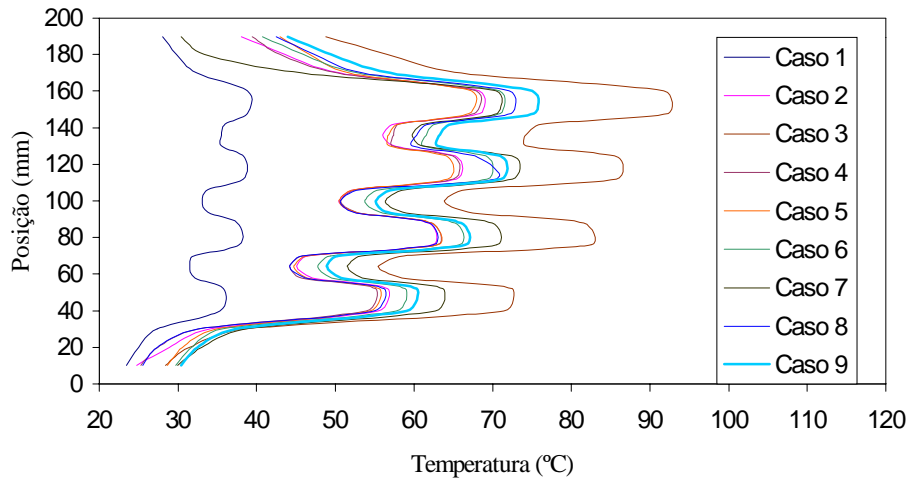


Figura 6: Distribuição de temperatura na parede onde estão montadas as fontes de calor.

Em geral, as linhas isotérmicas apresentam um comportamento do tipo de camada limite nas proximidades da parede onde estão montadas as fontes e são paralelas nas proximidades das paredes com temperatura prescrita e aproximadamente perpendiculares nas proximidades das paredes isoladas. Contudo, para o caso da cavidade na posição horizontal, aparece uma configuração diferente devido à movimentação ascendente do ar que está mais quente na região central inferior, que acaba provocando o movimento descendente do ar que está na porção superior em uma temperatura mais baixa.

Com relação à distribuição de temperatura na parede onde estão montadas as fontes, verifica-se que, independentemente do caso, existe um aumento brusco de temperatura nas regiões próximas das fontes. Nota-se também que a fonte que está acima, no sentido da corrente do escoamento, recebe a influência da que está abaixo, ocorrendo um acréscimo na temperatura, embora elas dissipem a mesma potência, resultando uma distribuição de temperatura em degrau ao longo da parede. No caso da cavidade na posição horizontal, verifica-se que as fontes centrais são as que apresentam os maiores níveis de temperatura e que não ocorreu uma perfeita simetria com relação ao plano central, como era esperado.

Nota-se que os níveis de temperatura aumentam sensivelmente com o aumento da potência e levemente com a diminuição do ângulo de inclinação com relação a horizontal. O efeito da variação da temperatura da parede resfriada afeta pouco os níveis de temperatura no escoamento, assim como a variação da razão de aspecto, isso porque a potência dissipada pelas fontes não foi o suficiente para promover um incremento na velocidade de circulação no interior da cavidade de modo a causar grandes alterações no campo de temperatura.

Futuramente serão feitas simulações numéricas para a solução do problema e serão realizados experimentos para visualização do escoamento na cavidade.

Agradecimentos: à FAPESP, pela concessão de bolsas de estudos (Processos 01/05795-4 e 01/05794-8), bem como pelo financiamento do projeto no qual está inserido este trabalho (Processo 00/00632-7).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Bejan, A., Transferência de Calor, Ed. Edgard Blucher Ltda., 1996.
 Lombardi, G., Silva, P. P. e Peitl Filho, O., Sistema de Confeção, Aferição e Implantação de Pares Termo-Elétricos, Anais do VII Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, pp. 63-74, Uberlândia-MG, 1983.
 MGCPlus Operating Manual, HBM-Hottinger Baldwin Messtechnik, Germany, 1999.