XII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 22 a 26 de agosto de 2005 - Ilha Solteira - SP

Paper CRE05-TC16

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO REFRIGERADOR TÉRMICO MOVIDO A GÁS NATURAL

Silvia Teles Viana, Marcelo Ricardo Q. Medeiros e Rubens C. Moreira
UFC, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção
Campus do Pici, S/N Bloco 714, CEP 60455-760, Fortaleza, CE
E-mail para correspondência: silvinha_viana@yahoo.com.br

Introdução

A refrigeração é importante em aplicações industriais, comerciais e domésticas. Os custos com a climatização ambiental podem chegar, na indústria têxtil, a 40% dos gastos com energia, e em prédios comercias podem ser de até 80%. Os sistemas tradicionais de refrigeração por compressão de vapor usam produtos químicos que são agressivos ao meio ambiente e aos seres humanos. Nesses sistemas, uma das formas mais caras de energia, a energia elétrica, é transformada em uma das formas mais baratas de energia, a energia térmica.

O ciclo de refrigeração por adsorção, apesar de necessitar de duas fontes de calor: uma quente e uma fria, não necessita de uma bomba de líquido, não apresenta variação de volume nas fases de dessorção e adsorção, pode utilizar fonte de energia alternativa e utiliza fluidos de trabalho não tóxicos ao meio.

Um refrigerador térmico movido a gás natural [RTGN] vem sendo desenvolvido no Laboratório de Energia Solar e Gás Natural da Universidade Federal do Ceará [LESGN-UFC] para a conservação de alimentos, sendo possível também a sua aplicação em condicionamento de ar.

Funcionamento do RTGN

Os componentes do refrigerador térmico a gás natural são: dois adsorvedores, um queimador linear, um condensador, um evaporador e um sistema de alimentação de gás natural. Nos adsorvedores ocorrem os processos de adsorção e dessorcão do adsorbato (água) no material adsorvente (zeólita). O queimador é responsável pelo aquecimento direto do adsorvedor.

O refrigerador opera em ciclo de refrigeração por adsorção e funciona em regime intermitente com duas fases: aquecimento e resfriamento. A fase de aquecimento é formada pelos processos de aquecimento/dessorção/condensação e a fase de resfriamento é formada pelos processos de resfriamento/evaporação/adsorção.

Os componentes são conectados por tubulações flexíveis para permitir a instalação de sensores e ajustes operacionais. Sem esses acessórios experimentais, o refrigerador apresenta forma compacta.

Metodologia

A metodologia utilizada consiste em simular o funcionamento do Refrigerador Térmico a Gás Natural utilizando o programa Excel, as equações do balanço energético do refrigerador e correlações de processos de transferência de calor. A partir desse procedimento numérico é possível calcular energias envolvidas no processo, coeficiente de desempenho [COP], coeficiente de desempenho modificado [COP'], massa de gás natural utilizado, variando a produção de gelo no evaporador.

O COP do sistema considera apenas o calor de formação do gelo. O COP' considera o calor dissipado no condensador como energia útil do sistema.

Resultados

A Figura 1 apresenta as curvas das massas de gás natural e zeólita (linhas rosa e azul, respectivamente) e as curvas do COP e COP' (linhas verde e preta, respectivamente).

A Figura 2 apresenta as energias: dissipada no condensador, de dessorção e fornecida pelo gás natural (linhas azul, rosa e verde, respectivamente).

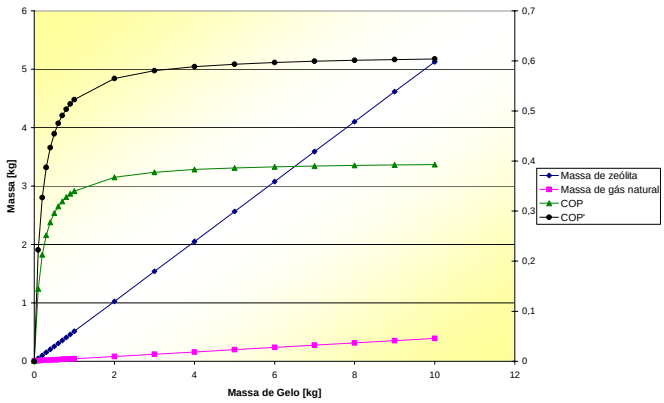

Figura 1 – Curva de massa e coeficiente de desempenho em função da massa de gelo produzida.

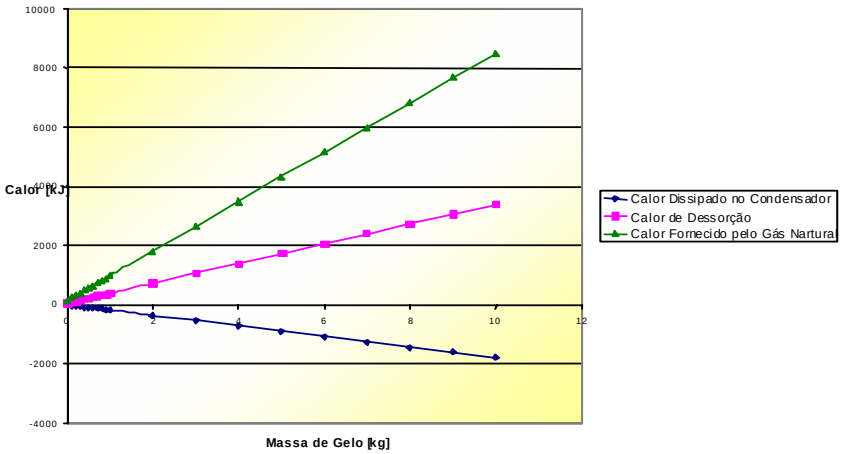

Figura 2 – Calor fornecido pelo gás natural, calor de dessorção e calor dissipado no condensador em função da massa de gelo.

Os resultados mostraram que para uma produção de 5 kg de gelo o consumo de GN foi de 0,2kg e foi obtido um COP de 0,386 e COP' de 0,593.

Considerações Finais

De acordo com as curvas apresentadas o COP do refrigerador é crescente com o aumento da produção de gelo, e para uma produção acima de 5 kg de gelo o valor do coeficiente de desempenho torna-se praticamente estacionário com pouca variação, logo para refrigeradores que venham a produzir essa quantidade ou superior o coeficiente de desempenho será praticamente constante.

Considerando a energia dissipada no condensador como energia útil do sistema (por exemplo, aquecimento de água) o valor do COP' ou coeficiente de desempenho modificado é aumentado em torno de 50 % sobre o valor do COP do refrigerador. Sendo as energias envolvidas nos processos diretamente proporcionais a produção de gelo, quanto maior o porte da máquina de gelo, maior será a produção de gelo e maior será a energia dissipada no condensador que poderá ser utilizada em aplicações de co-geração de energia.

Referências Bibliográficas

Incropera, Frank P.; Dewitt, David P., "Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa", Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 1992.

Wylen, G. V.,"Fundamentos da Termodinámica Clássica", Editora Edgard Blücher Ltda., tradução da 4ª.edição americana, São Paulo, 1995.

Muell, D. W., "Konstruktion, Bau und Vermessung einer Wasser-Zeolith-Kälteanlage", Solar-Institut Jülich, Fachhochschule Aachen, 2000.

Medeiros, M. R. Q., "Validação Experimental de um Refrigerador Térmico movido a Gás Natural", dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará, 2003.