

ESTAÇÃO DE ENSAIOS DE MATERIAIS VOLÁTEIS CONDENSÁVEIS (EEMVC)

J.Sérgio de Almeida, M.Ninomiya

LIT - Laboratório de Integração e Testes

INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais

C.P. 515 - 12201 - São José dos Campos (SP)

RESUMO

O desenvolvimento e a construção de uma câmara de vácuo com capacidade para analisar e qualificar materiais que sejam candidatos a utilização em veículos espaciais são apresentados. O sistema baseia-se na determinação da taxa de desgaseificação de amostras expostas ao vácuo de $1E-6$ Torr por 24 horas, sendo que análises quantitativas e qualitativas serão verificadas nos gases volatizados e condensados a fim de se estudar a estabilidade do material e o grau de contaminação que possa causar sobre os subsistemas do satélite.

Desgaseificação, Contaminação, Qualificação Espacial

1. INTRODUÇÃO

Considerando o programa de testes dos subsistemas e sistemas dos satélites previstos na Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) utilizando-se as câmaras vácuo-térmicas do Laboratório de Integração e Testes-LIT instalado no Instituto de Pesquisas Espaciais em São José dos Campos, tornou-se oportuna a análise dos seguintes fatores:

- utilização de novos componentes na constituição dos subsistemas
- nacionalização de componentes e materiais de aplicação espacial

- qualificação de materiais já existentes, mas que podem sofrer alterações na sua estrutura com o desenvolvimento de novas e/ou diferentes técnicas de fabricação

que podem trazer como consequências:

- componentes voláteis podem contaminar a câmara e o equipamento de vácuo
- deposição de condensáveis sobre sistemas ópticos e/ou outras superfícies críticas do espécime em teste
- aumento localizado de pressão facilitando a possibilidade de ocorrência do fenômeno "efeito corona"

que justificaram o desenvolvimento e construção de um sistema vácuo-térmico que fornecesse as condições de se testar amostras de materiais que apresentassem possibilidades de utilização na fabricação de veículos espaciais.

No projeto das torres que contém as amostras, as dimensões seguiram basicamente o previsto por normalização da ASTM (E595-84), principalmente porque os resultados obtidos no INPE poderão ser comparados aos testes já efetuados por outros laboratórios.

sistema foi repassada às indústrias nacionais, buscando se obter um maior envolvimento das mesmas com a atualização tecnológica do setor aeroespacial.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A Estação de Ensaio de Materiais Voláteis Condensáveis do LIT é composta basicamente de:

- um sistema de bombas de vácuo com capacidade de 300 l/s
- uma campânula de vidro tipo Bell Jar, com volume aproximado de 38 l
- um módulo de análise de amostras, composto de duas torres de aquecimento e uma torre de refrigeração, confeccionadas em cobre
- um sistema de controle de potência e temperatura para a torre de aquecimento
- um sistema de controle de potência e temperatura para a torre de refrigeração
- um colarinho de flanges, adequado para se instalar o cabeçote sensor do espectrômetro de massa, o sensor de pré-vácuo, o sensor de alto vácuo, o sistema de aquecimento, o sistema de refrigeração, a válvula de pressurização e os termopares de controle de temperatura
- uma balança microanalítica eletrônica, com precisão de 1 µg
- um registrador de papel, para monitoração contínua das temperaturas das torres de aquecimento e de refrigeração

3. PRINCÍPIO BÁSICO DO TESTE

Uma amostra do material a ser analisado, com massa aproximadamente de 150 mg, é colocada em um recipiente de alumínio, previamente pesado, e é instalada numa pequena câmara no interior de uma torre de cobre que é aquecida a 125°C por 24 h, sob vácuo de 1E-6 Torr ou melhor. O material volatilizado que sai da amostra, atravessa um canal de 6,3 mm de diâmetro e atinge um disco removível de cromo previamente pesado, mantido a 25°C, colocado a 12,7 mm de distância da amostra, onde parte se condensa pela queda de temperatura percebida.

A perda de massa (por desgaseificação) da amostra é determinada a partir das pesagens antes e depois do teste, de onde é calculado percentualmente a "Perda de Massa Total" (PMT).

Da mesma forma, a diferença dos pesos entre o disco coletor quando limpo e quando contendo os materiais condensados fornece a massa dos condensáveis, que é calculada como uma porcentagem da massa inicial da amostra, e é conhecida como "Materiais Condensáveis Volatilizados Coletados" (MCVC).

As pesagens são feitas sob ambiente com umidade relativa do ar de 50%.

4. MODOS DE ANÁLISE PROPOSTOS

Para a verificação dos gases volatilizados e condensados, o Laboratório estará capacitado para perfazer três tipos de análise sendo duas qualitativas e uma quantitativa.

A análise quantitativa é feita através da pesagem da amostra de material antes e depois do teste, e também da pesagem do disco coletor contendo o condensado, com o auxílio de uma microbalança eletrônica com precisão de 1 μ g.

Adotando-se a norma da ASTM como referência, os valores de desgaseificação e de condensação obtidos deverão, para serem considerados aprovados para a aplicação em veículos espaciais, satisfazer os seguintes requisitos:

máximo PMT = 1%

máximo MCVC = 0,1%

4.2 - Análise Qualitativa Gasosa

Para se efetuar a análise qualitativa gasosa, propõe-se a utilização de um espectrômetro de massa tipo quadrupolo, cujo cabeçote analisador é instalado diretamente junto à câmara de vácuo, e que deverá fornecer dados suficientes para, através de estudos estatísticos, indicar a composição dos gases residuais presentes, e por conseguinte, possibilitar uma identificação da composição dos gases volatizados.

4.3 - Análise Qualitativa do Condensado

Para a análise do condensado, os discos coletores de cromo poderão ser encaminhados ao laboratório de espectrofotometria em infra-vermelho, onde é feita a identificação dos componentes do material condensado e verificado o grau de contaminação resultante.

O espectrofotômetro em questão apresenta uma faixa de trabalho de 4000 a 200 cm^{-1} .

5. DESCRIÇÃO BÁSICA DA ESTAÇÃO

5.1 - Sistema de Vácuo

Como um dos objetivos dos ensaios é a verificação dos níveis de contaminação provocada pelas amostras em teste, decidiu-se adotar a utilização de sistemas de vácuo considerados como "limpos", portanto optou-se por um sistema de alto vácuo tipo turbomolecular.

Este sistema é composto por uma bomba turbomolecular de fabricação Balzers-Pfeiffer, modelo TPH 330, de capacidade de 300 ℓ/s para o nitrogênio, acoplada a uma bomba mecânica de palhetas de duplo estágio do mesmo fabricante, modelo DUO 016B, com capacidade de 19,4 m^3/h .

5.2 - Câmara de Vácuo tipo Bell Jar

A câmara de vácuo adotada é uma campânula cilíndrica de vidro temperado, de dimensões de 325 mm de diâmetro externo por uma altura de 460 mm e uma espessura da parede de aproximadamente 6 mm, perfazendo um volume em torno de 38 ℓ , que se apresenta adequado para os objetivos do sistema.

5.3 - Colar de Flanges

O colar de flanges é o elemento básico que acopla o sistema de vácuo ao Bell Jar, contém todas as flanges necessárias à instalação e monitoração dos diversos subsistemas e ainda suporta as torres dedicadas ao ensaio das amostras.

Confeccionada em aço inox tipo 304 L, este item deverá possuir um alto polimento nas suas superfícies internas e deverá ser testado quanto a vazamentos, sendo que o valor limite máximo ado-

tado para o colar como um todo é de 5 E-8 Torr l/s.

5.4 - Torres de Instalação das Amostras de Teste

As torres dedicadas ao alojamento das amostras são construídas em cobre. Esse material foi o escolhido objetivando-se conseguir uma boa homogeneidade de temperatura, considerando-se a sua alta condutividade térmica.

Nas suas laterais são instaladas resistências elétricas que dissiparão o calor necessário para mantê-las a uma temperatura de 125°C.

Cada torre possui um total de 6 compartimentos cilíndricos de dimensões 16 mm de diâmetro por 11,2 mm de comprimento onde serão instalados pequenos recipientes de alumínio contendo as amostras dos materiais a serem ensaiados.

Entre cada compartimento existe uma parede metálica com a função de se evitar a ocorrência de fluxo cruzado de contaminação para outros discos de condensação, para o caso de se ensaiar vários materiais simultaneamente.

Após a realização de cada ensaio, é feito um processo de descontaminação das torres a fim de não perturbar os resultados do próximo teste.

5.5 - Torre de Refrigeração e Coleta de Condensados

A torre de refrigeração e coleta de condensados é uma peça de cobre onde estão instalados discos de alumínio com superfícies recobertas por eletrodeposição de uma camada de 0,0005" de níquel e acabadas com uma camada de 0,0002" de cromo, que, mantidos a uma temperatura média de 25°C através da circulação de um fluido refrigerante no interior de uma serpentina confeccionada em cobre e

soldada devidamente à torre, terão a função de coletar os gases condensáveis advindos das amostras em estado de desgasificação. Estes discos coletores têm dimensões de 33 mm de diâmetro por uma espessura de 0,7 mm e são removíveis da torre para que se possa proceder à pesagem e à análise dos condensados após os ensaios.

5.6 - Sistema de Potência e Controle de Temperatura

Dois medidores/controladores de temperatura de fabricação da Protelco modelo CP-9610 acoplados a triacs de potência, se encarregarão de manter as torres nas suas temperaturas nominais de operação, utilizando-se das leituras de termopares tipo cobre-constantan, devidamente instalados em cada torre.

6. RESULTADOS ESPERADOS

A Estação de Ensaios de Materiais Voláteis Condensáveis (EEMVC) do LIT-INPE deverá estar operacional no segundo semestre de 1988, com a expectativa de que forneça resultados bastante confiáveis, se identificando como uma ferramenta de grande importância para o desenvolvimento dos satélites previstos pela MECB, ao mesmo tempo que se estabelece como um aparato de utilidade para a comunidade científica e industrial quanto à qualificação de materiais para a utilização em vácuo.

REFERÊNCIAS

1. ASTM E 595-84, "Standard Test Method for Total Mass Loss and Collected Volatile Condensable Materials from Outgassing in a Vacuum Environment", (1984)

2. D.L. Butler, A.S. Brown, "Outgassing Studies of Polymers for Spacecraft Applications", CRC, Ottawa - Canada, (1976)
3. R.F. Muraca, J.S. Whittick, "Polymers for Spacecraft Applications", JPL, Pasadena - California, (1967)