

Taubaté, 21/05/16 a 06/08/16

TTEM 007/16

APLICAÇÃO DO TESTE DE ESTANQUEIDADE A HÉLIO COMO ENSAIO NÃO DESTRUTIVO

APPLICATION OF HELIUM LEAK NON DESTRUCTIVE TESTING

Signatários:

- Sandro Robson de Carvalho¹
- Stephany de Barros Camargo²
- Prof. Dr. José Rubens de Camargo- Universidade de Taubaté
- Prof. Dr. Wendell de Queiroz Lamas - USP
- Prof. Dr. Francisco José Grandinetti- Universidade de Taubaté/FEG-UNESP
- Prof. Dr. Evandro Luis Nohara- Universidade de Taubaté
- Prof. Dr. José Rui de Camargo- Universidade de Taubaté

Finalidade: Análise da aplicação da técnica de estanqueidade a hélio como ensaio não destrutivo (END).

1 - Aluno do curso de Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté - UNITAU

2 - Aluna do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté – (UNITAU/SP) stephanycamargo@live.com

Palavras chaves: Estanqueidade, Espectrômetro, gás hélio, vácuo.

Resumo. A proposta deste trabalho é apresentar a técnica de estanqueidade a hélio utilizada na indústria para garantir a qualidade na fabricação de evaporadores, heaters (aquecedores), componentes onde estes fazem parte da montagem de um ar condicionado para carros de passeio, caminhões ou tratores. Esta técnica é muito utilizada na indústria para detectar possíveis vazamentos na área de trocadores de calor.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho técnico pretende apresentar à técnica de estanqueidade a hélio. Esta técnica é muito utilizada com sucesso na indústria de manufatura de trocadores de calor para detectar vazamentos em evaporadores, aquecedores e condensadores.

2 ESTANQUEIDADE

É um neologismo que significa estanque, hermético, "sem vazamento", em inglês *no-leak*, ou seja, é a definição dada a um produto que está isento de furos, trincas ou porosidades que possam deixar sair ou entrar parte de seu conteúdo.

3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Teste de estanqueidade a hélio são métodos mais avançados que consistem em medir a vazão direta do ar (ou outro gás), de forma a dimensionar precisamente o furo, trinca ou porosidade que a peça possui. Estes métodos utilizam medidores de vazão mássica ou volumétrica.

É um método direto, onde a peça é submetida a uma determinada carga de gás hélio numa câmara estanque em vácuo. Por meio de um espectrômetro é medido a massa de gás eliminado pela peça e convertido em taxa de vazamento.

Estes sistemas de testes utilizam espectrômetro de massa para detectar vazamentos extremamente pequenos, onde as outras tecnologias não apresentam sensibilidade e repetibilidade suficientes em meios de produção. Para especificações mais rígidas com requerimentos além dos limites mencionados, as tecnologias de testes utilizando gás hélio são geralmente aplicadas. Além da taxa de vazamento outras considerações (ver exemplo abaixo) devem ser levadas em conta para se determinar se um sistema de acumulação a gás hélio ou um sistema a vácuo usando espectrometria de massa deve ser utilizado em lugar de tecnologias como perda de pressão ou fluxo de massa:

- Peças de grande volume e baixas taxas de vazamento.
- Efeitos adversos da temperatura no resultado dos testes.
- Peças produzidas com matérias flexíveis que distorcem sob pressão.
- Peças de grandes volumes com alta produção
- Pressões de teste altas que tornam difícil estabilização.

4 COMPONENTES DE UM TESTE DE ESTANQUEIDADE A HÉLIO

Basicamente um teste de estanqueidade a hélio é composto por câmara de teste simples ou duplo (Figura 1), IHM (Figura 2), painel Adixen (Figura 3), sistema de vedações (Figura 4), Sniffer (Figura 5), garrafa com furo conhecido (Figura 6), espectrômetro de massa (Figura 7), bombas de vácuo (Figura 8), bomba turbomolecular (Figura 9).



Figura 1 - Câmera de teste duplo

Na câmara de teste é alojada a peça que será submetida ao teste de estanqueidade, neste caso ela é confeccionada em material alumínio, e tem um volume conhecido.



Figura 2 - IHM

No IHM do teste de estanqueidade é possível verificar todas as 7 etapas do teste que está sendo realizado.

Na etapa 1, a peça é submetida a uma determinada pressão e é possível verificar se a mesma possui grande fuga ou seja grande vazamento .

Na etapa 2, a bomba de vácuo é acionada com a finalidade de fazer toda a evacuação da câmara.

Na etapa 3, outra bomba de vácuo é acionada com a finalidade de fazer toda a evacuação, agora da peça que está em teste.

Na etapa 4, o sistema verifica se a peça ou câmara estão isentas de qualquer contaminação, seja ela por sujeira ou hélio dentro da câmara.

Na etapa 5, o sistema é pressurizado a hélio, no caso de teste de um aquecedor com uma pressão especificada em 3 bar, no caso de teste de um evaporador com uma pressão especificada de 14 a 17 bar.

Na etapa 6, o sistema determina a fuga medida pelo espectrômetro de massa.

Na etapa 7, após todos os testes realizados o sistema é despressurizado.



Figura 3 - Painel Adixen AISI 20MD

No painel Adixen é possível realizar a autocalibração do equipamento, verificar o comportamento do espectrômetro de massa, verificar a situação dos filamentos e a sensibilidade do teste.



Figura 4 - Sistema de vedação

O sistema de vedação depende da geometria da peça a ser testada, geralmente é confeccionada em poliuretano, plastiprene com dureza que varia entre 40 e 60 Shore.



Figura 5 - Sniffer

O Sniffer é um equipamento que tem como função, detectar vazamentos em todo o sistema do equipamento, garantindo que todo o sistema do equipamento esteja estanque.



Figura 6 - Garrafa com furo conhecido

A garrafa com o furo conhecido, ou seja, com um vazamento conhecido é utilizada para checar se o equipamento está fazendo a correta medição de vazamento. Usualmente deve ser calibrada a cada 1 ano.

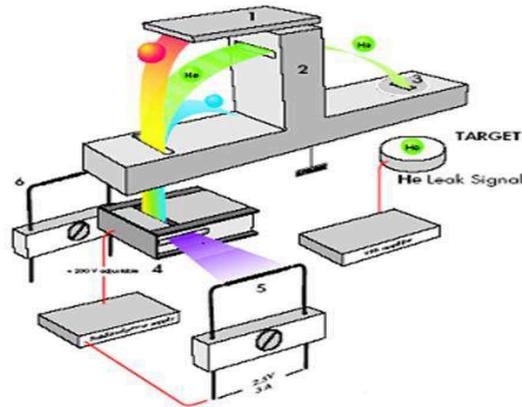


Figura 7 - Espectrômetro de massa

No espectrômetro de massa as moléculas neutras de gás são analisadas passando dentro da câmara de ionização (4) onde elas são bombardeadas por um feixe elétrico gerado por um filamento de tungstênio aquecido (5).

Um grande número de moléculas são transformadas em íons. Estas partículas ionizadas são aceleradas por um campo elétrico.

A célula do analisador está sujeita a um campo magnético o qual tem a propriedade de desviar a trajetória dos íons através de diferentes curvas de acordo com sua massa.

O campo acelerador elétrico está ajustado de forma que íons de hélio siga a trajetória pré-determinada passando através do diafragma (2) e chegando no alvo (3) que gera corrente direta para o amplificador.

A corrente dos íons de hélio é proporcional à pressão parcial de hélio na instalação e pela medição, nós podemos encontrar o nível do fluxo que foi detectado.

Existem vários tipos de bombas de vácuo, depende em qual aplicação será utilizada. Existem bombas de simples estágio, duplo estágio (Figuras 8 e 9).



Figura 8 - Bomba de Vácuo

Estas bombas têm como função fazer vácuo na câmara, peça e elevar grandemente o nível de vácuo do teste.



Figura 9 - Bomba Turbo molecular

Bomba de alta desempenho tem a função de superar o nível de vácuo da câmara, com a finalidade de arrastar a maior quantidade de hélio para ser enviado ao espectrômetro de massa.

5 MODELOS DE PEÇAS PARA TESTES

Existem inúmeros modelos de peças, com as mais variadas geometrias possíveis de serem analisadas em um teste de estanqueidade a hélio. Abaixo alguns exemplos, Figura 10:

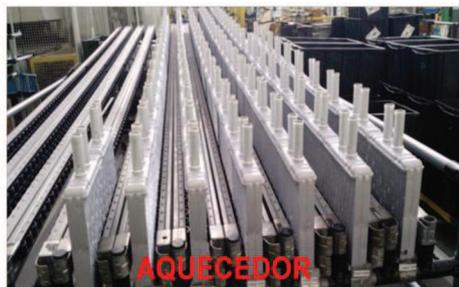
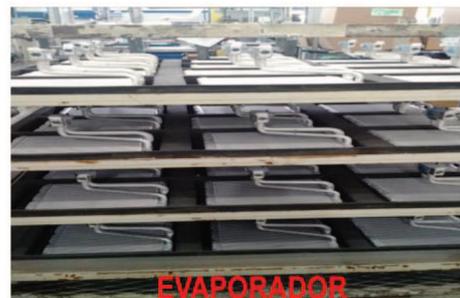


Figura 10 - Modelos de evaporador e aquecedor

6 Processo Pós Teste de Estanqueidade a Hélio

Após os evaporadores e aquecedores passarem pela estanqueidade a hélio, seguem para um próximo processo, onde serão montados dentro de uma unidade de ar condicionado para carro, caminhão ou trator, Figura 11.

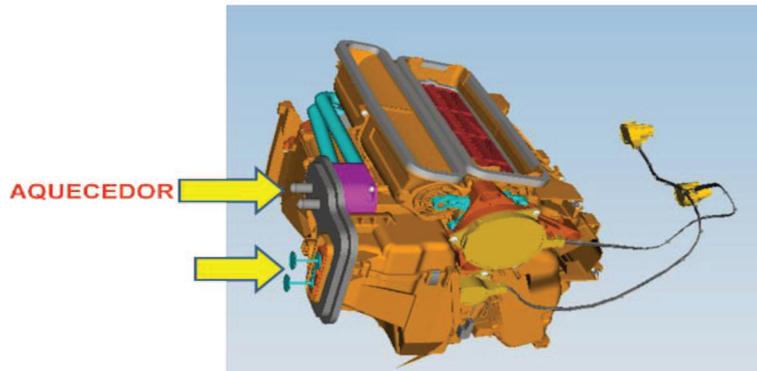


Figura 11 - Unidade de ar condicionado

7 FALHAS INTERNAS DETECTADAS NA ESTANQUEIDADE

Quando se trata de grandes vazamentos, os mesmos poderão ser verificados visualmente, porém quando trata-se de micro vazamentos somente é possível verificar imergindo a peça em água.

Abaixo alguns exemplos de falhas internas possíveis de serem verificadas visualmente (Figuras 12 e 13 - A e B):



Figura 12 – (A) Gap entre tubo e cabeceira (B) Gap entre caixa e cabeceira

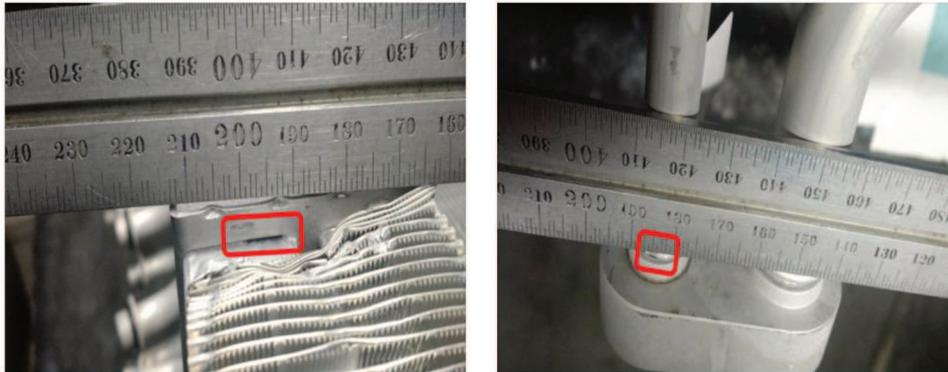


Figura 13 – (A) Gap entre tubo chato e cabec. (B) Gap entre flange e tubo sucção

8 GRÁFICO DE FALHAS INTERNAS

É possível verificar diariamente o status de peças com vazamentos detectados no teste de estanqueidade a hélio. Através de levantamentos de dados pode-se chegar a qual produto apresenta o maior índice de falhas e consequentemente melhorar o processo na manufatura, Figura 14.

As peças que apresentam vazamento no teste de estanqueidade seguem para um processo posterior.

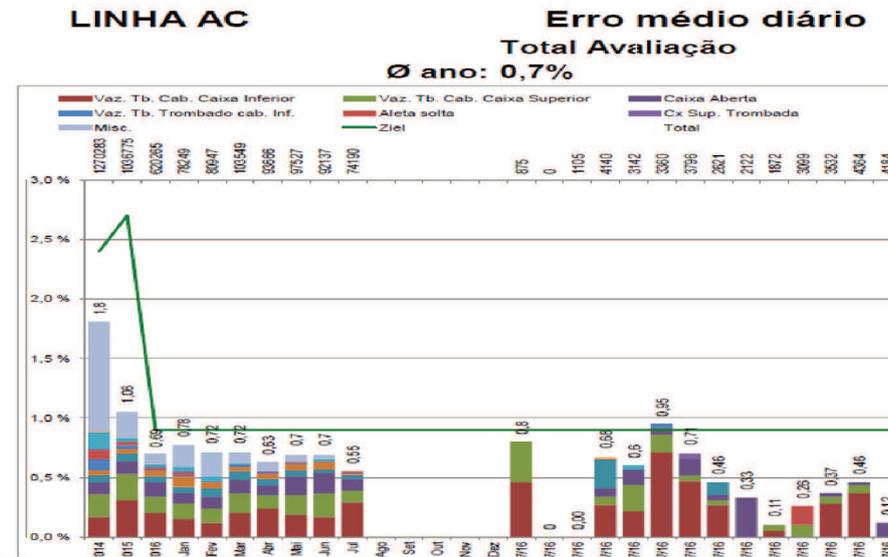


Figura 14 - Gráfico de Falhas Internas

9 TIPOS DE RETRABALHOS

Somente é possível retrabalhar as peças que apresentaram vazamentos, seguindo uma norma existente, Tabela 1. Através dela é possível realizar ou não o retrabalho.

Tabela 1 - Norma para Retrabalho de peças não estanques

Leaking joint	Reworking method					Note
	Sealing with silicone rubber	Bonding with epoxy adhesive	Nocolok furnace brazing	Manual Nocolok brazing	Manual welding	
Tube/tank	-	-	X	-	-	Only with flux paste
Corrugated fin/tube	-	-	-	-	-	No reworking possible
Corrugated fin/side sheet	-	-	-	-	-	No reworking possible
Tank/top cover	-	-	-	X	-	
Tank/partition wall	-	-	-	-	X	Only "outside"
Tank/longitudinal partition wall gap	-	-	-	X	-	
Tank/longitudinal partition wall strap	-	-	-	-	-	No reworking possible
Tank/side connecting tube	-	-	-	X	-	
Connecting tube/top cover	-	-	-	X	X	

10 TIPOS DE RETRABALHOS

Segue abaixo alguns exemplos de retrabalhos permitidos, seguindo a norma existente, Figuras 15 e 16:



Figura 15 - Rebrasagem no forno



Figura 16 - Brasagem manual com maçarico

11 CONCLUSÃO

O teste de estanqueidade a hélio é capaz de detectar de grande a micro vazamentos em peças com uma precisão extraordinária, garantindo a qualidade ao processo de manufatura de trocadores de calor na indústria.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAHLE, Reworking Methods for Faulty Brazing Joints. Estanqueidade, Acesso em julho de 2016, disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Estanqueidade>. Delphi, Treinamento de Espectrômetro de Massa 2015. MAHLE, Normas de Retrabalho.

13 Comunicado de responsabilidade

O autor é o único responsável pelo material pesquisado.

Abstract. The purpose of this study is to present the technique of helium leak testing, utilized in the industry to guarantee the quality in the fabrication of evaporators, heater cores, which are components in the assembly of an air conditioning device for cruise cars, trucks or tractors. This technique is often used in the industry to detect possible leaks in the heat exchanger.