

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM EVAPORADOR

A VÁCUO

Sérgio A.A. Nobre e Roberto Verzini,

D.F. Vasconcellos S.A., Av. Indianópolis,
n^o 1706, CEP 04062, São Paulo, SP

Em uma indústria a aquisição de qualquer equipamento de produção só pode ser realizada quando há possibilidade de utilização deste equipamento de maneira suficientemente intensiva para que seu custo seja amortizado em tempo razoável.

A fabricação de certos componentes ópticos, no Brasil, só pode ser feita em quantidades que inviabilizam a importação de um evaporador a vácuo para este fim específico.

A alternativa encontrada para D.F. Vasconcellos S.A. foi projetar um evaporador simples e robusto. Neste trabalho pretende-se apresentar detalhes desse projeto e discutir os resultados alcançados.

Vácuo, Evaporador, Difusora

1. INTRODUÇÃO

A D.F. Vasconcellos S.A. (DFV) recebeu seus primeiros evaporadores a vácuo em 1946, ano a partir do qual foram fundadas na Europa e nos Estados Unidos muitas empresas na área de vácuo e filmes finos e que hoje são mundialmente conhecidas pelos produtos que fabricam.

A DFV, como pioneira no Brasil na utilização de equipamentos de vácuo, enfrentou sérios problemas de manutenção, dificuldades na obtenção de componentes e acessórios, além da inexistência de pessoal técnico na área de vácuo. Hoje, em razão do elevado custo de importações, somos levados a dar mais um passo e construir um evaporador a vácuo, que embora de concepção simples é completo e adequado aos fins a que se destina.

O objetivo estabelecido foi a construção de um evaporador tão nacional quanto possível e que nos permitisse a deposição de camadas anti-refletoras e outros coatings simples em peças ópticas pequenas. Neste trabalho pretendemos mostrar como abordamos este projeto e que resultados conseguimos.

2. CONFIGURACAO GERAL

Como mostra a figura 1, o evaporador é de modelo bastante simples, com campânula de Pirex com diametro de 18 polegadas. O sistema de bombeamento, esquematizado na figura 2 é constituído por uma bomba mecânica comprada no mercado nacional (Leybold) e por uma bomba difusora construída na DFV, as dimensões externas do equipamento podem ser vistas na figura 3.

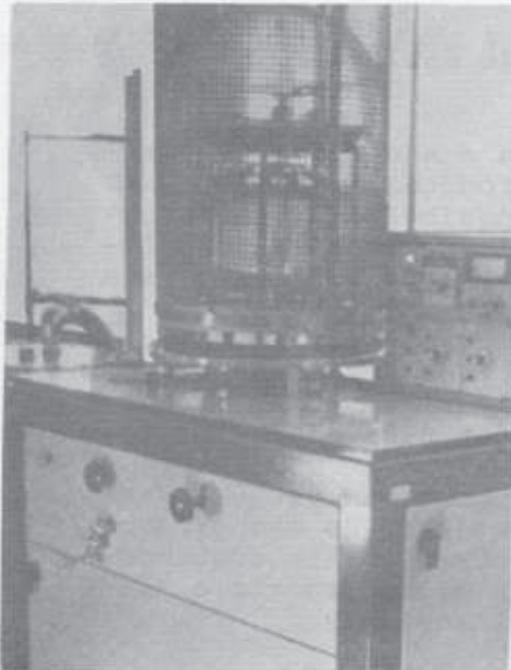


Fig. 1, O evaporador já pronto

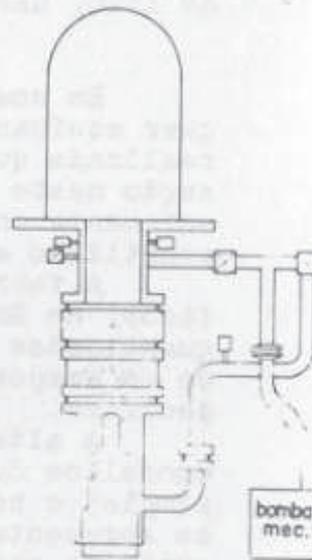


Fig. 2, Sistema de bombeamento

Características do Evaporador :

Câmara de Vácuo : Campânula de Pirex, fabricada pela Corning(USA) com diametro de 440 mm e altura de 680 mm

Bomba Mecânica : Leybold D30, nacional, velocidade de bombeamento de 30 m³/h.

Bomba Difusora : Fabricada pela DFV , diametro 177 mm.

Válvula de Alto-Vácuo : Tipo Gaveta, fabricada pela CVC, importada.

Baffle : Tipo Chevron, fabricado pela CVC, funciona com água gelada.

Válvulas de pré-vácuo/By-pass : Tipo fole metálico, com diametro de 39 mm, fabricadas na DFV.

Porta Substrato Giratório : Tipo Rotary-Cage.

Aquecimento do Substrato : Lâmpadas halógenas, potência de aproximadamente 1 KVA, com controle de temperatura do substrato.

Fontes de Evaporação : Estão instaladas duas fontes térmicas com controles eletrônicos de potência, independentes e com eletrodos resfriados à água.

Glow-Discharge : 3000 Volt, AC, 250 mA, com controle manual de pressão.

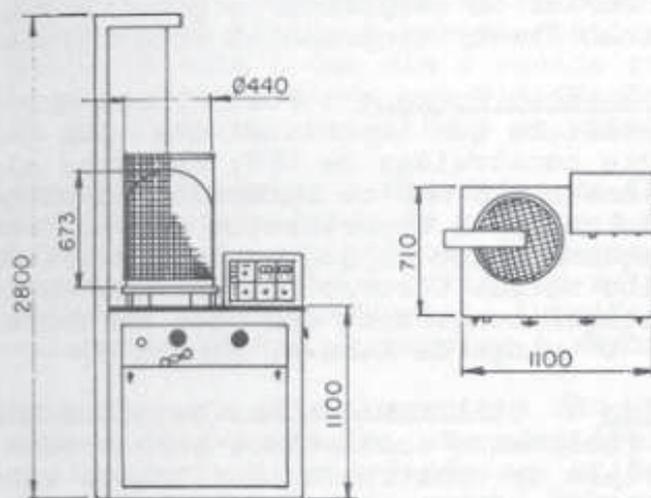


Fig. 3, Dimensões externas do evaporador

Sistema Elétrico :

Para facilidade de manutenção os componentes elétricos foram montados em 2 painéis, o primeiro, colocado sobre a mesa do evaporador contém todos os instrumentos eletrônicos e os controles da máquina, o segundo, embutido em uma das laterais, contém os terminais de interconexão os disjuntores e os contatores. Os sistemas básicos, independentes quanto ao suprimento de energia são:

Bombeamento : As bombas mecânica e difusora são acionadas independentemente, mas uma interconexão impede que a difusora permaneça ligada se a bomba mecânica também não estiver ligada.

Fontes de Evaporação : Cada fonte de evaporação possui circuito totalmente independente, podendo alimentar os filamentos com 2 KVA em 5, 10, 20 ou 40 Volt.

Aquecimento do Substrato : O aquecimento do substrato é produzido por 4 lâmpadas halógenas tubulares alimentadas através de um transformador de isolamento de maneira que haja dissipação de aproximadamente 1 KVA.

Glow-Discharge : Com transformador de núcleo saturado e com secundário de 3000 Volt, 250 mA. A segurança é provida por micro-switch que desliga todo o sistema se a campânula for levantada e aciona um alarme sonoro e luminoso se o equipamento for ligado com a campânula aberta.

3. COMPONENTES

Descrevemos abaixo como abordamos a construção de cada componente básico. A figura 4 mostra uma vista interna da parte inferior do evaporador e permite que se tenha uma idéia de como esses componentes foram dispostos.

Válvulas de Pré-vácuo/By-pass : Foram , com exceção dos foles metálicos que importamos dos EUA (AIRCO) , totalmente construídas na DFV; testamos alguns foles nacionais mas não os aproveitamos porque neles a relação entre os comprimentos aberto/fechado é muito pequena, além de que possuem resistência à fadiga muito baixa. O corpo foi usinado em latão e a saída lateral construída com tubo de cobre Hidrolar usamos "O"-rings de Buna-N, figura 5.

Tubulação Rígida : Utilizamos tubos de cobre Hidrolar , que são facilmente soldáveis e encontrados em lojas de materiais de construção. Utilizamos conexões cotovelos e "T", fabricados pela NIBCO que apresentam bom acabamento interno.

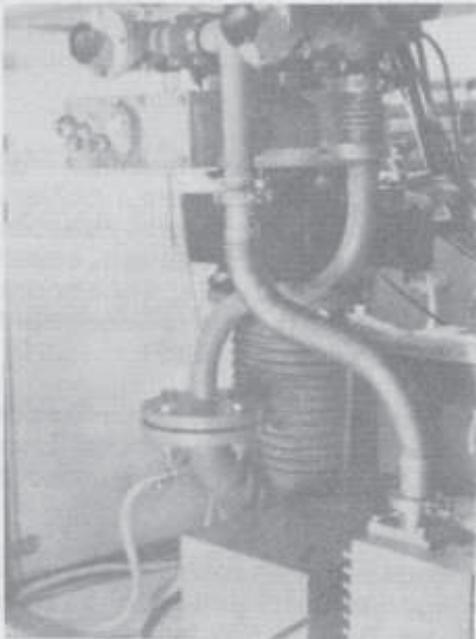


Fig. 4, Uma vista interna da parte inferior do evaporador.

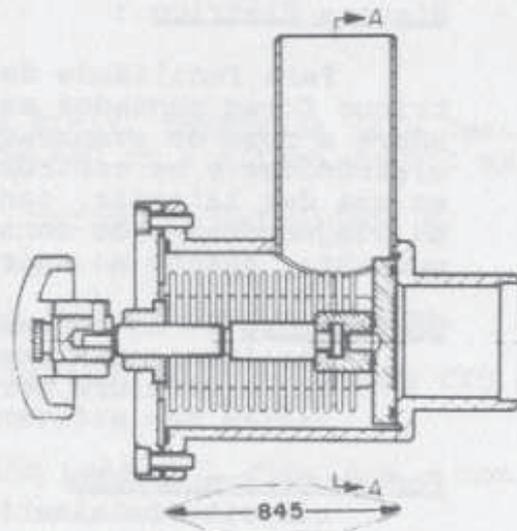


Fig. 5, Válvula tipo fole metálico construída na DFV.

Medidores de Vácuo : Utilizamos um medidor de vácuo tipo Pirani com duas cabeças sensoras, uma para monitorar continuamente a pressão à saída da bomba difusora e outra para a medição de pré-vácuo. Na região de alto-vácuo a pressão é medida com um medidor tipo Penning. Os medidores, fabricados pela Edwards, foram importados.

Válvula de Entrada de ar : Uma solução muito conveniente foi a utilização de uma válvula para refrigeração fabricada pela Frigor, modelo TFRS, na qual substituímos o elemento de vedação e soldamos uma flange tipo KF 10. A característica interessante desta válvula é que ela é vedada com fole metálico o que torna possível sua utilização para a entrada de gases puros no sistema de vácuo.

Feed-throughs giratórios : Mostrados na figura 6, talvez sejam os componentes de projeto e construção mais críticos, são utilizados 3 desses elementos no evaporador. A vedação é feita por retentores Sabó, escolhidos e permanentemente lubrificados, a taxa de vazamento quando em serviço é menor que 10^{-7} Tor.cc/s

Feed-throughs para Alta Corrente : São utilizados para as fontes de evaporação, são ajustáveis axialmente e resfriados a água podendo ser utilizados até cerca de 700 Amperes, o desenho é mostrado na figura 7.

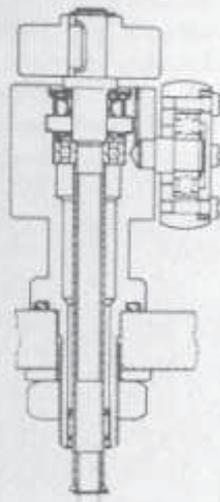


Fig. 6, Feed-through giratório.

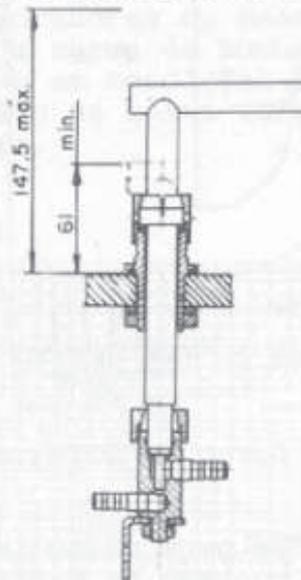


Fig. 7, Feed-through para alta corrente.

Tubos Metálicos Flexíveis : Utilizamos tubos de aço inoxidável sanfonados fabricados no Brasil pela Giardini, as flanges tipo KF, foram fabricadas e soldadas na DFV.

Tubos de Borracha : São fabricados no Brasil tubos de borraça de excelente qualidade, mas são de difícil obtenção já que os fabricantes somente os vendem em quantidades mínimas de cerca de 100 metros. A alternativa que encontramos foi comprar tubos para radiadores de carros e selecionar pedaços de utilização possível em médio vácuo.

4. BOMBA DIFUSORA

A bomba difusora utilizada no evaporador foi integralmente construída pela DFV e é constituída por um corpo e flanges de aço inoxidável, soldados sob Argônio e testado quanto a vazamentos com um Leak-Detector à hélio e por um ejetor auto-distilante de 4 estágios construído em alumínio. As figuras 8 e 9 mostram o corpo e o ejetor da bomba difusora.

O aquecimento é produzido por uma resistência externa, tipo disco cerâmico de 2500 Watt alimentada em 220 Volt. Este tipo de resistência foi escolhido por apresentar algumas vantagens importantes:

- a) Facilidade de manutenção.
- b) Liberação do calor em uma área grande.
- c) Disponibilidade no Brasil

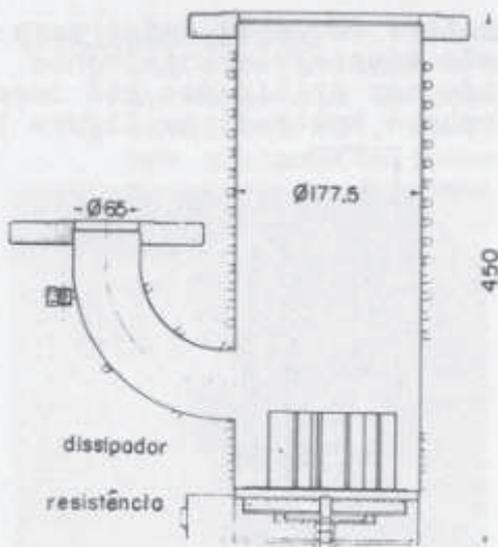


Fig. 8 Corpo da Difusora

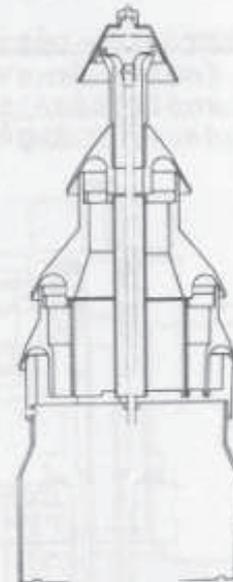


Fig. 9 Ejetor auto-distilante de 4 estágios.

Uma peça muito importante é o dissipador aletado, de cobre, montado na parte inferior da bomba difusora e semi imerso no óleo e cuja função é melhorar a transmissão de calor para o óleo e permitir que o vapor atinja as chaminés do ejetor a uma temperatura mais elevada.

Acima do último estágio do ejetor, e isolado termicamente por um espaçador de cerâmica está montado um Cold Cap cuja função é diminuir a taxa de back-scattering de óleo da difusora. A otimização das folgas em cada um dos estágios do ejetor foi feita por tentativa, a cada alteração a bomba difusora era montada e testada a sua efi

ciência de bombeamento. Não fizemos medidas da velocidade de bombeamento, mas estimamos que no sistema montado temos uma velocidade líquida de cerca de 500 ou 600 l/seg.

5. AVALIAÇÃO

Diferentemente do procedimento industrial normal em a partir do projeto inicial executa-se um ou mais protótipos e após muitas alterações atinge-se a fabricação em série, nosso objetivo era a construção de um único evaporador e consequentemente todos os problemas tiveram que ser solucionados durante a fabricação desta única unidade. As principais dificuldades encontradas foram:

- Estabelecer objetivos exequíveis e defini-los claramente.
- Decidir o que seria importado e o que fabricaríamos.
- Iniciar a fabricação a partir de esboços e terminar os desenhos finais praticamente junto com as peças.
- Executar ensaios de medida de vazamentos em componentes.

O critério que utilizamos para avaliar o evaporador foi colocá-lo em funcionamento e nele produzir alguns filmes cuja qualidade foi comparada com filmes produzidos em outros evaporadores existentes na DFV. Podemos afirmar, diante dos resultados obtidos, que a taxa de back scattering, que é o ponto mais crítico das bombas difusoras, está equivalente a dos evaporadores de mesma classe importados. A figura 11 mostra a curva de bombeamento, obtida com a máquina carregada e em condições de trabalho de produção. A discontinuidade da curva corresponde à abertura e fechamento de válvulas.

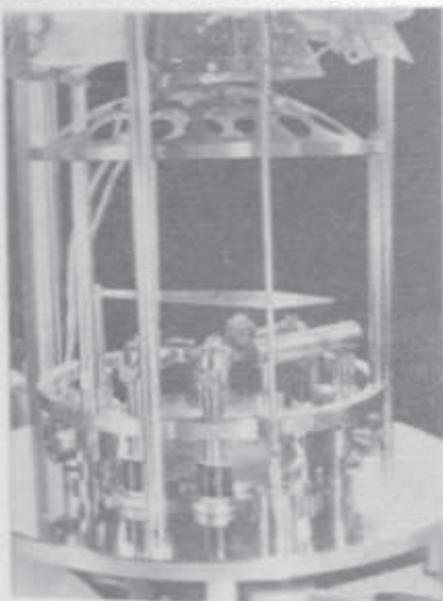


Fig. 10, O interior da câmara de bombeamento.

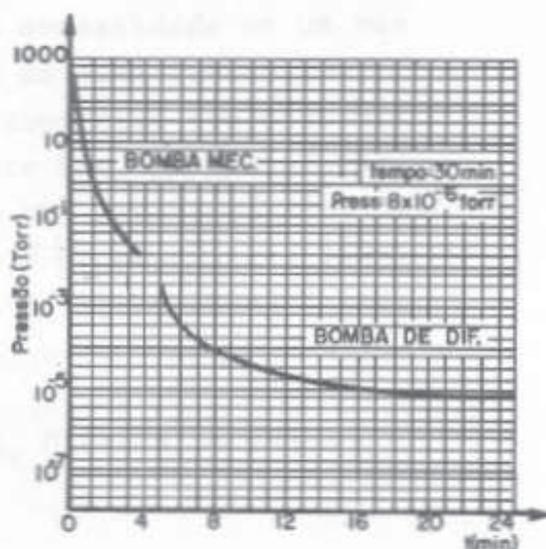


Fig. 11 Curva de bombeamento.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Professores Walter Vicioni(Diretor) e Roberto Monteiro Spada, da Escola Senai Suiço-Brasileira o grande apoio que nos deram na construção da Bomba Difusora.

7. BIBLIOGRAFIA

1. N.S.HARRIS, Vacuum 27(1.977),519
2. D.L.STEVESON, 1.959, Sixth Nat.Symp. on Vac.Tech.Trans. pag. 134.
3. H.G.NOLLER, G.REICH, W.BACHLER, 1.957, Fourth Nat.Symp. Vac.Tech.Trans. , pag.6
4. H.R.SMITH, 1.957, Fourth Nat.Symp. Vac.Tech.Trans. , pag. 140.
5. W.H.KOHL, "Handbook of Materials and Techniques for Vacuum Devices", Reinhold Publishing Corp.(1.967)
6. K.DIELS, R.JAECKEL, "Leybold Vacuum Handbook", Pergamon Press (1.966)
7. N.T.M.DENNIS, T.A.HEPPELL, "Vacuum System Design" , Chapman & Hall (1.968)
8. G.W.GREEN , "The Design And Construction of Small Vacuum Systems" ,Chapman & Hall (1.968)
9. R.R. LaPELLE , "Practical Vacuum Systems", MacGraw-Hill Book Company, (1.972)