

NOVA CÂMARA DE VÁCUO PARA ESPELHO DAS LINHAS DE LUZ DO LNLS

R.T. Neuenschwander, W.S. Tavares, M.B. da Silva, M.J. Ferreira*, R.O. Ferraz e A.L. Mesa
Laboratório Nacional de Luz Síncrotron - LNLS
C.P. 6192
13084-971 - Campinas – SP

Palavras-chave: ultra-alto vácuo, linha de luz, câmara de vácuo, vedação com fio de alumínio.

RESUMO

Neste trabalho mostramos o desenvolvimento, construção e montagem da nova câmara de ultra-alto vácuo (UAV) para espelho focalizador das linhas de luz do LNLS. A principal característica desse projeto é o uso de fio de alumínio como elemento de vedação em flange retangular de grande porte e a preocupação com o isolamento mecânico entre os componentes internos e a câmara de vácuo e o seu suporte.

ABSTRACT

In this paper we show the development, construction and installation of a new focusing mirror vacuum chamber for the LNLS beamlines. The main characteristic of this project is the use of aluminum wire as the sealing element in big sized rectangular flanges and the care with the mechanical isolation between the internal components and the vacuum chamber and its support.

1. INTRODUÇÃO

Um dos componentes essenciais para uma linha de luz de um anel síncrotron é o espelho focalizador, isto é, há a necessidade de curv-lo para obter o foco desejado (raio de curvatura típico entre 1,6 km e 2,1 km). Um feixe de raio-x proveniente de um dipolo tem uma divergência natural que, na posição da amostra, significa um feixe com dimensão vertical de cerca de 4 mm. Posicionado normalmente a meio caminho entre a fonte e a amostra, o espelho não só permite obter feixes com até 0.5 mm na vertical, como também possibilita posicionar precisamente o feixe sobre a amostra. O espelho retangular, de 750 mm de comprimento e 80 mm de largura, é feito de vidro com baixíssimo coeficiente de expansão térmica recoberto com ródio (Rh). O fornecedor entrega-o pronto para ser instalado e todos os cuidados devem ser tomados para se evitar qualquer contaminação da superfície de reflexão. As dificuldades de manuseio de um espelho desse tipo e as dimensões envolvidas no projeto levou ao desenho de uma câmara retangular com uma grande flange de acesso (Fig. 1), e a maneira encontrada de fazer a vedação dessa flange compatível com UAV foi o uso de fio de alumínio de alta pureza. Para evitar que vibrações mecânicas ou deformações térmicas fossem transmitidas ao espelho, foram empregados foles flexíveis do tipo “welded bellows” entre a câmara e o restante da linha e entre a câmara e os niveladores do espelho.



Figura 1 - Câmara de espelho instalada na linha XD1.

2. MECÂNICA DO ESPELHO

O espelho é seguro através de duas mandíbulas instaladas nas extremidades. Entre essas mandíbulas é montado o “bender”, responsável pelo ajuste do raio de curvatura, que determina a posição do foco. O “bender” é um atuador de força, que permite aplicar torque nas extremidades do espelho com um deslocamento quase nulo. Um motor de passo, atuando através de um fuso, aciona um êmbolo, que por sua vez comprime uma mola. A força da mola é então transferida, através de um segundo êmbolo, ao espelho. Os componentes mecânicos do “bender” são montados dentro de uma ampola de aço inoxidável ABNT 316L (Fig. 2) preenchida com hélio. Um pequeno fole flexível (“welded bellows”) possibilita o acoplamento do segundo êmbolo com as mandíbulas presas ao espelho. Um passante elétrico de 10 pinos permite a conexão do motor (4 pinos), chaves de fim de curso (3 pinos) e potenciômetro (3 pinos). Todos os componentes utilizados suportam temperaturas de trabalho de até 110° C.

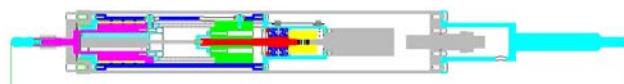


Figura 2 - Detalhe construtivo da ampola.

* e-mail: juni@lnls.br

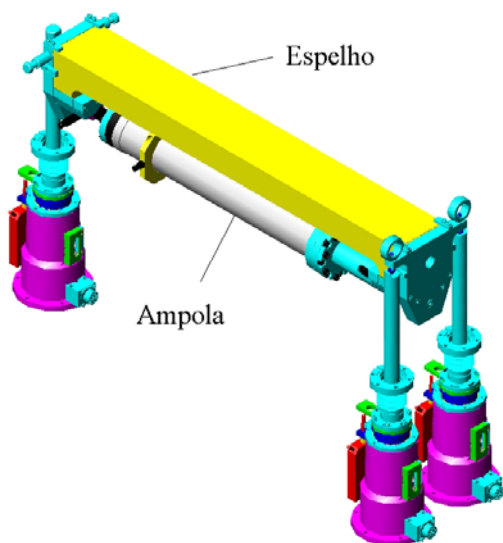


Figura 3 - Detalhe desenho espelho-“bender” montado sobre as colunas conectadas aos niveladores.

O conjunto espelho-“bender” é suportado, dentro da câmara de vácuo, por três colunas móveis conectadas a niveladores externos, responsáveis pelo posicionamento do espelho. No acoplamento das colunas com a câmara de vácuo são utilizados foles flexíveis que não só permitem a movimentação vertical da coluna, através dos niveladores motorizados, como também pequenos alinhamentos horizontais para centralização do espelho em relação à linha de luz.

3. CÂMARA DE VÁCUO

A escolha do formato da câmara foi devido a necessidade de ser ter acesso fácil ao seu interior. O material usado foi o aço inoxidável ABNT 304, com paredes de 6 mm reforçadas com nervuras externas e flange retangular de 25 mm. As dimensões internas são 930mm de comprimento por 320 mm de largura e 270 mm de altura. O processo de soldagem utilizado, compatível com UAV, foi o TIG (“Tungsten Inert Gas”) sem adição de material pelo lado interno da câmara, sendo externamente feita a soldagem de reforço mecânico. A câmara foi eletropolida interna e externamente. Ela é equipada com um total de 12 flanges tipo CONFLAT® para passantes elétricos, visores, válvulas de pré-vácuo, entrada e saída do feixe de fótons e passantes mecânicos dos niveladores.

A principal dificuldade foi desenvolver um sistema de vedação compatível com UAV, economicamente viável e de fácil utilização. A utilização de uma vedação com VITON® é inviável devido a permeação muito alta para a pressão desejada e oferecer riscos de contaminação da superfície do espelho. O uso de fios metálicos (ouro¹, índio² ou alumínio^{3,4,5}) é uma prática comum em UHV e várias câmaras de espelhos de raio-x comerciais empregam esse sistema, mas a literatura sobre como fazê-lo é muito rara.

Foram necessários diversos protótipos e testes até obtermos a repetibilidade e qualidade desejadas.

Pelo fato de alguns componentes do “bender” não suportarem temperaturas típicas de condicionamento para UAV (150°C), uma câmara separada foi montada para o condicionamento a 110° C por 72 h com bomba turbo-molecular. A câmara do espelho foi montada com os outros acessórios e bomba iônica de 240 l/s e o aquecimento foi feito em forno na temperatura de 150 °C por 72 horas com bomba turbo-molecular. A pressão final da câmara com a bomba iônica após o aquecimento foi de $1,0 \times 10^{-9}$ mbar e da câmara com os componentes de $5,0 \times 10^{-9}$ mbar, já instalada na linha de luz. Devemos notar que o espelho não foi preparado previamente, já que ele vem de fábrica pronto para uso em vácuo. O procedimento de montagem do conjunto completo foi realizado em uma única operação, onde tanto a câmara, como os componentes internos foram ventilados na linha de luz momentos antes da montagem. A câmara do espelho foi instalada no seu suporte junto com os niveladores. O espelho, o “bender”, as mandíbulas e a fiação elétrica foram colocados já montados dentro da câmara (Fig. 5).

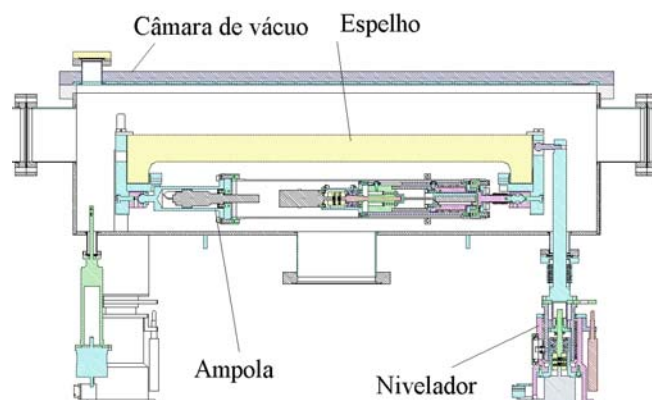


Figura 4 - Desenho da câmara de vácuo montada sobre o suporte metálico e dos niveladores de precisão. Cada um dos niveladores movimenta um ponto de apoio do espelho dentro da câmara.

4. USO DO FIO DE ALUMÍNIO

Em linhas gerais, o que se precisa para garantir uma vedação compatível com UAV usando fio de alumínio é uma superfície polida e uma pressão uniforme sobre o fio. No caso da câmara de espelho, que tem uma flange de 25 mm de espessura, a distância entre parafusos (M8) precisou ser reduzida para 24 mm. As superfícies da flange e da tampa são inicialmente retificadas e posteriormente polidas manualmente, até ficarem com uma rugosidade (padrão Ra) da ordem de 0,5µm. Tentativas iniciais de usar apenas a retifica não deram certo. No sentido de rotação do disco da retifica a rugosidade fica maior que a aceitável.

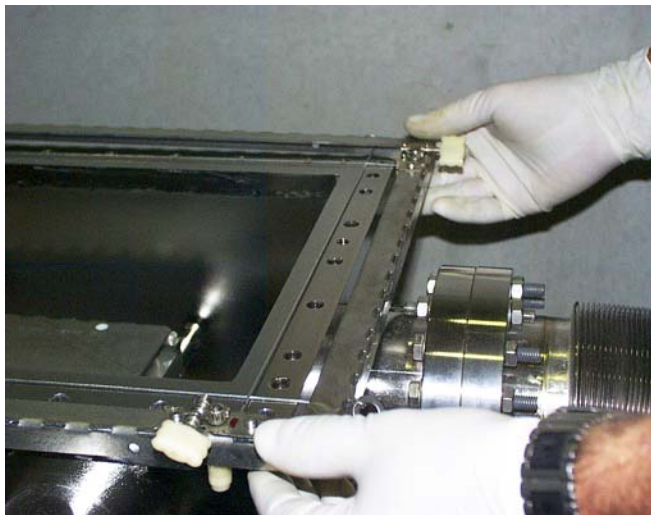


Figura 6 - Instalação do fio de alumínio com o emprego de um gabarito equipado com tensionadores de corda de violão.

Em flanges menores, o uso de um fio de alumínio mais macio, com grau de pureza 99.99% (ESPI grade 4N) é viável e recomendável, já que reduz o torque necessário nos parafusos. No caso da flange retangular de grande porte, o fio mais macio acaba por não se manter na posição durante a compressão e se torna muito difícil conseguir a vedação.



Figura 7 - Intersecção dos fios de alumínio em um dos cantos da câmara de espelho após a compressão final.

Nesse caso deve-se utilizar um fio mais duro, com grau de pureza 99.95% (Goodfellow AL005183), o diâmetro utilizado sempre foi o de 1 mm.

A instalação do fio de alumínio é feita com o auxílio de um gabarito equipado com tensionadores de corda de violão (Fig. 6). Cada um dos quatro fios é esticado e posicionado de tal forma que os fios passem a 3 mm dos furos da flange e se cruzem nos cantos. Em seguida é instalada a tampa, usando vários parafusos como guia para evitar deslocamentos laterais quando ela já está em contato com o fio.

O aperto dos parafusos deve ser feito alternadamente e com uso de torquímetro. A vedação normalmente ocorre com torques entre 18 e 25 Nm. O fio de alumínio sofre uma compressão de 40 a 50%, ficando com uma espessura final entre 0.5 e 0.6 mm (Fig. 7).

5. CONCLUSÃO

A utilização de fio de alumínio para vedação de flanges de formatos não convencionais mostrou-se uma solução muito interessante do ponto de vista técnico e econômico. Técnico por que permite uma construção de flanges com vedação metálica, com capacidade de suportar aquecimento de até 150°C e manter a estanqueidade. Econômico porque, apesar do custo inicial elevado do polimento das superfícies, permite inúmeras aberturas de baixo custo. A escolha do fio, especificação das superfícies e procedimentos de instalação já podem ser considerados padronizados no LNLS.

6. BIBLIOGRAFIA

1. HAWRYLAK, R.A., *Journal of Vacuum Science and Technology*, vol. 4, n. 6, pag. 364-367, 1967.
2. SAEKI, H., IKEDA, J., ISHIMARU, H., *Vacuum*, vol. 39, n. 6, pag. 563-564, 1989.
3. ELSWORTH, L., HOLLAND, L., LAURENSEN, L., *Journal of Scientific Instruments*, vol. 37, n. 12, pag. 449-451, 1960.
4. HOLLAND, L., *Journal of Scientific Instruments*, vol. 38, n. 8, pag. 339, 1961.
5. LANGLEY R.A., *Journal of Vacuum Science and Technology*, vol.10, n. 4, pag. 1185-1187, 1992.