

## BRASAGEM DE DIAMANTE CVD PARA JANELAS DE RAIOS-X USADAS EM INSTRUMENTAÇÃO DE LUZ SÍNCROTRON

### 1. Introdução:

Janelas de berílio (Be) são utilizadas como padrão nas linhas de luz nas fontes de luz síncrotron ao redor do mundo. O Be possui baixo número atômico, o que resulta em boa transmissão óptica, além de possuir excelente propriedade térmica [1]. A função das janelas diferem de acordo com a espessura, sendo a mais espessa utilizada para absorção de fótons de baixa energia, reduzindo a carga térmica sobre os elementos; e a de menor espessura separa o alto vácuo do anel de armazenamento de elétrons da linha de luz, sendo capaz de absorver o impacto no caso de acidente, impedindo o arejamento de trechos do anel [2]. A Figura 1 ilustra as janelas de Be utilizadas em linhas de luz atualmente.



Figura 1. Janela óptica para linhas de luz síncrotron  
Fonte: Fraunhofer Institute (2006) [3].

Apesar das vantagens em aplicações que requerem elevada qualidade do feixe de luz síncrotron, o Be mostra também desvantagens, sendo a principal delas a degradação devido à alta rugosidade da folha [4], além de sua toxicidade. Por isso, uma maior atenção vem sendo dedicada ao desenvolvimento de diamante CVD (deposição de vapor químico) para fabricação das janelas em substituição ao Be. O diamante CVD tem excelentes propriedades térmicas e mecânicas [5], o que permite que ambas as funções das janelas de Be sejam combinadas em uma única janela de diamante para uso em linhas de luz.

As janelas de diamante são construídas através do processo de brasagem e o desafio consiste na grande diferença de coeficientes de expansão térmicos entre o filme de diamante e outros metais, além da compatibilidade química [6]. Estudos preliminares mostraram que

metais dúcteis ou ligas com baixos coeficientes de expansão térmica poderão ser utilizados como premissas para o desenvolvimento de uma janela de diamante estanque para uso em ultra-alto vácuo [7].

O Grupo de Materiais do LNLS desenvolve atividades relacionadas a brasagem de materiais a vários anos, inclusive envolvendo a união de metais com cerâmicas. A brasagem de diamantes a metais é uma área de interesse estratégico para a instrumentação de raios X e merece destaque nas atividades de desenvolvimento do Grupo de do LNLS.

## 2. Objetivo:

O projeto tem como principal objetivo desenvolver uma metodologia de brasagem de filme diamante CVD com metais de alta confiabilidade e repetibilidade.

## 3. Metodologia:

O estudo das propriedades de materiais metálicos e ligas de adição deverão ser realizados de modo que seja possível obter um conjunto de características que propiciem o sucesso da brasagem, isto é, com apreciável resistência mecânica e estanque para uso em ultra-alto vácuo mesmo após submetidos a ciclagem térmica.

Dentro desta atividade, caberá ao aluno:

- Pesquisa sobre o tema e revisão bibliográfica;
- Identificação dos parâmetros fundamentais do processo,
- Seleção dos materiais e preparação de amostras,
- Treinamento em preparação de materiais para brasagem,
- Treinamento em tecnologia a vácuo,
- Ensaios de brasagem com diversos tipos de materiais base e ligas de adição, isso inclui a operação de fornos a vácuo do Grupo de Materiais (Figura 2);



Figura 2. Forno a vácuo do Grupo de materiais – LNLS.

- Análise microestrutural, utilizando as técnicas de microscopia óptica e eletrônica de varredura;
- Desenvolvimento de protótipo;

- Ensaios de detecção de vazamento;
- Ensaios em fonte de luz síncrotron;
- Elaboração de procedimento, relatórios e artigos.

#### **4. Resultados esperados:**

Com o desenvolvimento deste projeto, espera-se que o bolsista adquira experiência no desenvolvimento de projetos básicos, iniciando pelo levantamento de informações em bancos de dados, se familiarizando com os procedimentos experimentais necessários para a execução das atividades de seu plano de atividades, onde poderá ter oportunidade de exercitar os conteúdos aprendizados na universidade em conjunto com novas formas de atuação experimental.

Deste modo, ao longo do desenvolvimento do projeto, o bolsista terá oportunidade de demonstrar seu interesse pela área científica e projetar seu desempenho profissional, trabalhando em tema relevante para o LNLS.

O projeto consiste em três etapas, sendo a primeira delas a definição dos metais base e ligas de adição que serão utilizadas nos ensaios, bem como os parâmetros do processo de preparação das peças e brasagem.

A segunda etapa corresponde à obtenção dos corpos de prova. Para isso, desenho de peças e dispositivos de brasagem serão realizados. Após a conclusão da usinagem das peças, estas serão submetidas a preparação e montagem. Nesta etapa haverá operação do forno a vácuo (montagem e controladores CLP para inserção do programa de brasagem).

A última etapa corresponde aos ensaios de vácuo, mecânicos e microestruturais para qualificar o processo.

Desta forma, os resultados esperados serão analisados em cada etapa do projeto, através de relatórios de acompanhamentos, discussões com o orientador e demais colegas do MAT, apresentação de seminários e participação em eventos.

Ao final do período do projeto, espera-se que o bolsista tenha conseguido adquirir conhecimento e experiência que o permitam se projetar para outros projetos.

#### **5. Referências:**

[1] H. Blumer, S. Zelenika, J. Ulrich, R. Betemps, L. Schulz, F. Pfeiffer, CVD Diamond Vacuum Window for Synchrotron Radiation Beamlines, MEDSI 2006, maio 2006, Hyogo, Japan.

[2] A. Gambitta et al, "Beryllium Windows for the X-ray diffraction Beamline at Elettra, Sincrotrone Trieste Internal Publication No. ST/S-TN-93/59, 1993.

[3] FRAUNHOFER INSTITUTE. CVD diamond. Desenvolvido por Fraunhofer Institute. Germany. 2012. Disponível em: <[www.cvddiamond.com/processing\\_en.htm](http://www.cvddiamond.com/processing_en.htm)>. Acesso em: 29/04/2013.

[4] S. Goto et al., "Characterisation of Beryllium Windows Using Coherent X-rays at 1-km Beamline", Proceedings of the 8th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation, San Francisco (CA, USA) 2003, pp. 400-403.

[5] <http://www.diamond-materials.com/>

[6] Bagnato, O. R., Francisco, F. R., Campos, R. A., Corat, E. J., STUDY OF BRAZING BETWEEN CVD DIAMOND PLATES AND FeNiCo ALLOY FOR X-RAY INSTRUMENTATION, XI Encontro SBPMat, 23 a 27 de setembro, Florianópolis, SC, Brazil.

[7] Llopis, D. J. B., Caracterização da Interface e Aderência do Processo de Brasagem entre o diamante CVD e Kovar, Utilizando Ligas de Adição Com Titânio como Elemento Reativo. Dissertação de mestrado, INPE, São José dos Campos, 2012.