

APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DAS RADIAÇÕES NO IPEN

W. de Lima e R. Fulfaro
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Comissão Nacional de Energia Nuclear
Travessa R, 400 - Cidade Universitária - CEP 05508-900
São Paulo - Brasil

RESUMO

São descritas as principais atividades do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares no campo de aplicações de radiação e radioisótopos no setor industrial.

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN iniciou suas atividades nesse campo em 1976, com o comissionamento de seu Acelerador de Elétrons de 1,5 MeV de energia, que vem até hoje prestando inúmeros serviços de irradiação de interesse para a indústria nacional, destacando-se a irradiação de cabos e condutores elétricos, formulação e modificação de polímeros e cura de tintas e vernizes entre outras.

O IPEN possui ainda dois Irradiadores de Co-60 de pequeno porte, um do tipo "gama cell" com 9000 curies e o outro do tipo panorâmico com 5000 curies que são usados em ensaios de radioesterilização, desinfestação e preservação de alimentos e plantas ornamentais, vulcanização de látex, calibração de dosímetros industriais e beneficiamento de gemas.

Dispõe ainda de um Acelerador Ciclotron de 24 MeV que, além de ser usado para a produção de radioisótopos é também utilizado para investigações dos danos de materiais.

Recentemente foi instalado no IPEN mais um Acelerador de Elétrons também de 1,5 MeV, projeto realizado em parceria com a empresa fabricante de cabos e condutores elétricos COFIBAM.

O Brasil possui três Irradiadores Industriais de grande porte (cerca de 1 milhão de curies/cada) em indústrias do Estado de São Paulo e são dedicados à esterilização contínua de grandes volumes de materiais. Falta um irradiador de capacidade intermediária para P&D de novas aplicações. Nesse sentido o IPEN está completando o projeto de instalação de um Irradiador com capacidade de 100.000 curies, que permitirá também o reaproveitamento de fontes radioativas de equipamentos desativados de unidade médica ou industrial de irradiação. Esta unidade será utilizada em esterilização de produtos médicos, alimentos, indução de coloração artificial em gemas, vulcanização de látex, etc.; além de acelerar a prestação de serviços e a atuação em P&D.

O IPEN atua nos seguintes setores da produção industrial brasileira :

Processamento de Polímeros por Radiação
Radioesterilização
Aplicações de Radioisótopos em Processos Industriais
Beneficiamento de Gemas
Detetores, Sensores e Equipamentos Nucleares
Técnicas Nucleares Específicas Utilizando o Reator

As técnicas e atividades mais importantes são :

FIOS E CABOS ELÉTRICOS

Polímeros termoplásticos e elastômeros são largamente utilizados como isolantes elétricos, devido às suas propriedades elétricas, mecânicas e de processamento. A irradiação por elétrons destes isolantes é feita em temperatura ambiente de uma forma simples e flexível, com resultados superiores aos métodos químicos convencionais, agregando ao produto uma melhor relação custo / qualidade.

O processo introduz ligações cruzadas (reticulação) entre as moléculas do polímero, melhorando suas propriedades térmicas, elétricas e mecânicas, possibilitando condutores de alta qualidade para aplicações específicas na Indústria Aeronáutica, Automobilística, Naval e de Computação.

O IPEN irradia cerca de 4.000 km de cabos anualmente, oferecendo ainda assessoria na formulação dos polímeros. Os ensaios de determinação de dose ideal de radiação para cada formulação são oferecidos gratuitamente a título de desenvolvimento tecnológico para o país.

CURA DE TINTAS, VERNIZES E REVESTIMENTOS

A cura por radiação é a conversão instantânea de um líquido reativo em sólido, sem a evaporação do solvente. Durante o processo ocorrem reações de polimerização e reticulação entre as espécies presentes, provocadas pela interação do sistema químico com a radiação incidente. As aplicações industriais dessa tecnologia utilizam dois tipos de radiação : Luz Ultravioleta (UV) e Feixe de Elétrons (EB).

O fato dos produtos curáveis por radiação conter muito pouco ou nenhum solvente, faz com que a quantidade de produtos voláteis (VOC's) liberada durante o processo de pintura ou revestimento, seja drasticamente reduzida.

Considerando o tipo de substrato, pode-se citar as principais aplicações :

Cura de revestimentos - vernizes claros e tintas pigmentadas sobre madeira natural, chapas duras e aglomerados, para a fabricação de divisórias e móveis.

Cura de tintas e vernizes - sobre papel papelão, para utilização em artes gráficas e Indústrias de Embalagens.

Cura de meio magnético - sobre filmes plásticos finos e similares, para a fabricação de fitas de vídeo, disquetes, etc.

Cura de tintas de impressão.

Cura de revestimentos antiestáticos - utilizados em embalagens de componentes eletrônicos.

Cura de adesivos.

Cura de tintas - sobre papel moeda e selos.

O IPEN presta serviço às Industrias Nacionais desde 1990, por meio de convênios de cooperação técnica nas áreas de desenvolvimento de formulação de vernizes, tintas e revestimentos, claros e pigmentados, desenvolvimento de processos de irradiação com UV e feixe de elétrons e formação de pessoal técnico e especializado, organizando cursos e seminários sobre Cura por Radiação.

MEMBRANAS HIDROGÊIS

As membranas hidrogêis ou peles artificiais, como são geralmente conhecidas, são constituídas por uma mistura aquosa (cerca de 90% de água) de polímeros sintéticos e artificiais. A mistura é moldada, embalada e simultaneamente reticulada e esterilizada por um feixe de elétrons.

Os hidrogêis, em sua forma final, são placas de 3 a 4 mm de espessura, transparentes e totalmente estéreis. São permeáveis ao oxigênio e impermeáveis às bactérias e fortes o suficiente para uma manipulação eficiente. Estas características permitem que as membranas sejam utilizadas principalmente em tratamentos médicos de queimados e ulcerações de pele em geral. Por esta razão são chamadas de peles artificiais.

As principais vantagens do uso das membranas hidrogêis são :

para o paciente => reduz a dor e o trauma durante a troca de curativos; não são tóxicas e hipoalérgicas; flexíveis, não inibindo possível fisioterapia e acelera o processo de recuperação.

para o médico e enfermeira => sendo transparente, permite acompanhamento do processo de cura e otimização do número de trocas e a sua consistência também permite a aplicação de medicamentos.

CONTROLE DO DESGASTE DE MATERIAIS REFRAATÓRIOS

A produção de ferro gusa em altos fornos, requer o controle constante de espessura do material refratário que cobre as paredes internas dos Reatores, desgastada pela abrasão da carga e altas

temperaturas de trabalho (da ordem de 2000°C). A diminuição da parede pode ocasionar graves riscos para a integridade das instalações e segurança do pessoal.

Durante a construção ou renovação do refratário, são instaladas fontes de Co-60 em locais conhecidos. À medida que o material cerâmico é gasto, as fontes são dissolvidas no ferro fundido, deixando de ser detectadas. Controladas periodicamente com um simples detector de radiação, pode-se deduzir a espessura do revestimento nestes locais.

O IPEN mediante contrato, assegura tais serviços à Companhia Siderúrgica Paulista e Companhia Siderúrgica Nacional.

GAMAGRAFIA INDUSTRIAL

A gamagrafia é uma importante técnica de análise utilizada em peças metálicas de grande porte, sujeitas a funções de elevada segurança. A certeza de que estas peças não possuem falhas internas é assegurada pela radiografia com raios gama, os quais, pelo elevado poder de penetração, atravessam a peça, fornecendo um registro fotográfico de eventuais defeitos. Esta aplicação é usada no controle de qualidade de soldagem em tubulações de gás, vasos de pressão e linhas petroquímicas.

O IPEN possui cerca de 60 clientes cadastrados que utilizam esta técnica. Além do fornecimento das fontes seladas de 192 Ir, também faz vistorias de inspeção. A produção anual dessas fontes, é cerca de 180 com igual número de vistorias. Tal volume possibilita mais de 100.000 radiografias ao ano.

SERVICOS COM TRACADORES RADIOATIVOS

- **determinação de massa por diluição radiosotópica**

Trata-se de um método usado para controle de materiais tóxicos e de possíveis contaminações decorrentes de processos químicos, sem interromper a produção. No caso, esta técnica é empregada por indústrias que produzem hidróxido, sódio e cloro pelo processo da eletrolise, utilizando o mercúrio como catodo móvel.

Com a diluição de pequena quantidade conhecida do radioisótopo Hg-203 em um volume de toneladas de mercúrio natural, pode-se inferir após a diluição, a massa total do mercúrio pela contagem radioativa em pequena amostra da solução.

- **tempo de residência**

É uma técnica usada para conhecer o tempo que um reagente ou produto permanece dentro de um reator químico do tipo contínuo. Este valor depende da vazão de entrada, das dimensões e forma geométrica do reator e das condições de alimentação e saída dos produtos. O tempo de residência fornece dados para avaliações técnico-econômicas do processo.

- estudo de mistura e homogeneização

Trata-se de uma aplicação específica para determinar o tempo de mistura de um sistema tipo batch ou descontínuo. Esta técnica permite definir o tempo mínimo de mistura do sistema, otimizando a operação com menor consumo de energia.

BENEFICIAMENTO DE GEMAS

O IPEN vem trabalhando há cerca de 8 anos na área de Gemologia, estendendo técnicas nucleares tais como : análise por ativação, difração e fluorescência de raios-X, em identificação e mapeamento de diversas minas brasileiras, passíveis de beneficiamento. Análises deste tipo auxiliam gemólogos, avaliadores e comerciantes que em geral as desconhecem.

A capacitação técnica e o fato do IPEN ter o único reator do Brasil capaz de oferecer serviços de beneficiamento em gemas, justifica o desenvolvimento de técnicas nucleares, para atendimento do setor em grande escala. As interações mantidas nesses últimos anos com entidades na área de gemologia, tem mostrado a necessidade deste domínio, além de técnicas de lapidação calibrada para aceitação internacional, tendo em vista o grande potencial brasileiro.

TRATAMENTO DE GASES TÓXICOS, SO₂ E NO_x

A poluição causada pela combustão em processos industriais, tem se tornado um sério problema. As emissões e as reações de SO₂ e NO_x na atmosfera, são as principais responsáveis pela poluição ambiental e a causa da chuva ácida.

Está sendo implantada nas dependências do Acelerador de Elétrons do IPEN uma planta piloto, com a finalidade de estudar a eficiência do processo de feixe de elétrons, para diminuir a poluição do ar e verificar a viabilidade técnica e econômica de uma unidade em escala industrial.

As vantagens da utilização deste processo em relação aos outros métodos são : remoção simultânea do SO₂ e NO_x; altos níveis de eficiência; não produz resíduo aquoso; o produto final pode ser usado como fertilizante.

Esta planta utiliza o Acelerador de Elétrons Dynamitron II, da Radiation Dynamics Inc. de 1,5 MeV e 25 mA. Um fluxo de 20 l/min e uma mistura sintética de SO₂ e NO_x, estão sendo usados nos estudos preliminares, sendo o gás de cozinha utilizado como carregador. Amônia será injetada antes da irradiação e o fertilizante coletado com o filtro de manga.

Ao utilizar este processo no tratamento de gases provenientes de queimadores, inicialmente a cinza é retida por um precipitador eletrostático ou filtro de manga. Em seguida, o gás passa através de um trocador de calor, para a redução da temperatura e aumento de sua umidade. Passa-se o gás pelo acelerador de elétrons, onde é irradiado com alta energia, na presença de quantidades quase estequiométricas de amônia, que foi injetada antes do feixe de elétrons. Os sais formados como produto de reação, são recuperados como um pó seco, usando-se um coletor de partículas convencional.

Entre as aplicações deste processo, podemos citar : usinas termoeletricas, indústrias químicas, siderúrgicas, incineradores (SO_2 , NO_x , PCBs, H_2S), compostos orgânicos voláteis (VOCs), "off gas" (túneis e mal cheirosos).

TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

O IPEN está desenvolvendo um programa de pesquisas, com a finalidade de aplicar a tecnologia nuclear para a melhoria do meio ambiente, que inclui o uso de feixe de elétrons para a degradação química de compostos orgânicos de origem industrial.

O IPEN possui uma planta piloto para estudos de viabilidade e prestação de serviços para indústrias, para uso em projetos de instalação de plantas comerciais. Esta planta pode tratar até 3 m³/h de efluentes com uma dose de 4kGy e está acoplada ao Acelerador Industrial de Elétrons, que opera com energia até 1,5 MeV e corrente de 25 mA.

Desenvolveu-se um sistema calorimétrico para registrar continuamente a dose durante a irradiação e, também implementaram-se laboratórios de microbiologia e de análises de parâmetros físico-químicos.

A partir do segundo semestre de 1995 iniciamos o segundo estágio do projeto, com ensaios de operação da planta em situação real, ou seja, irradiação de rejeitos líquidos gerados em processos industriais, de modo a realizar estudos em situação de fábrica.