

HIDRÓLISE DE HEXAFLUORETO DE URÂNIO UTILIZANDO UM SISTEMA TRANSPARENTE EM ACRÍLICO

Márcio Aparecido Zorzetto, Aparecida Tiyo O. Nakamura, Reginaldo Pereira Gomes e Elita Urano C. Frajndlich

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN–CNEN/SP
Caixa Postal 11049
05422-970, São Paulo, Brasil

RESUMO

O Departamento do Ciclo do Combustível do IPEN/CNEN-SP, desde 1994 domina o processo de reconversão de hexafluoreto de urânio (UF_6) a diuranato de amônio (DUA), seguido da obtenção de octóxido de urânio (U_3O_8), utilizado como matéria-prima na fabricação de elemento combustível para o reator IEA-R1m.

No processo de reconversão, quando o UF_6 entra em contato com água este reage rapidamente produzindo fluoreto de urânio (UO_2F_2) e ácido fluorídrico (HF). É uma etapa muito importante no processo de preparação UF_6 – DUA, visto que alguns problemas, como cristalização, entupimento no bico injetor de UF_6 e formação de compostos de urânio-fluoreto, indesejáveis nas etapas posteriores, podem estar presente. Os sistemas de hidrólise onde se utiliza o hexafluoreto de urânio (UF_6) como matéria prima normalmente são construídos em materiais não transparentes. A dificuldade de visualização para um melhor controle do processo levou ao estudo de um sistema transparente de hidrólise onde estes parâmetros fossem avaliados. Dos estudos efetuados, o material que apresentou melhores condições para o fim desejado foi o acrílico. Apresentam-se neste trabalho um sistema de hidrólise em acrílico transparente e os dados dos ensaios de hidrólise de UF_6 .

Palavras-chave: ciclo do combustível, hexafluoreto de urânio, reconversão, urânio, enriquecimento.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, grande ênfase vem sendo dado ao desenvolvimento dos processos envolvidos na reconversão de hexafluoreto de urânio (UF_6) a diuranato de amônio (DUA) e de hexafluoreto de urânio (UF_6) a tetrafluoreto de urânio (UF_4) com vistas à obtenção, respectivamente, de octóxido de urânio (U_3O_8) e do urânio metálico (U^0) necessários à fabricação de elementos combustíveis convencionais e avançados, para o reator de pesquisa IEA-R1m, do IPEN/CNEN-SP.

O desenvolvimento destes processos em escala piloto na Divisão de Processos Químicos do Departamento do Ciclo do Combustível do IPEN/CNEN-SP, permitiu realizar o estudo de um sistema transparente onde ocorre a reação de hidrólise de hexafluoreto de urânio (UF_6) à fluoreto de urânio (UO_2F_2). Este permite melhor visualização e controle do processo durante a hidrólise.

II. PARTE EXPERIMENTAL

II.1. Escolha do Material

Os sistemas de hidrólise de UF_6 a UO_2F_2 conhecidos são normalmente construídos em materiais metálicos devido o alto grau de corrosão e toxicidade de UF_6 .

A dificuldade do controle da entrada de UF_6 , entupimento na região do bico injetor e visualização da reação levou ao desenvolvimento de um sistema transparente. Dos materiais transparentes estudados, o acrílico se apresentou em melhores condições para o fim desejado. A Tabela 1 apresenta algumas propriedades físicas do acrílico [1].

TABELA 1. Propriedades das Chapas Acrílicas

Peso específico: 1,19 g/cm³
Temperatura de distorção calorimétrica: 93 °C
Temperatura de serviço contínuo máx. recomendado: 80 °C

II.2. Ensaios Realizados

Para os estudos dos ataques químico e físico visual na chapa acrílica, cortaram-se placas com as seguintes medidas: 2 cm x 1 cm x 1 cm de espessura. Realizaram-se os seguintes experimentos:

1. Deixou-se a placa imersa em uma solução de ácido fluorídrico 50%, por 15 dias em temperatura ambiente.
2. Repetiu-se a experiência anterior, aumentando a temperatura para 90 °C e mantendo-a por 6 horas diárias.

Após os testes acima efetuados observou-se que não ocorreu nenhum ataque químico e/ou físico visual nas placas. Realizaram-se, posteriormente, ensaios com a solução final de hidrólise (UO_2F_2), nas mesmas condições dos experimentos anteriores. Também não observou-se nenhum ataque químico e/ou físico.

A partir destes resultados iniciou-se o projeto de desenvolvimento do reator em acrílico, considerado-se que seu uso envolveria a manipulação de materiais nucleares contendo elementos físséis, fora de núcleos de reatores, merecendo cuidados especiais no sentido de garantir que a condição de criticalidade nuclear não fosse atingida (caso de processamento de UF_6 a 20% em peso de ^{235}U), evitando-se a ocorrência de acidentes que pudessem ocasionar altas doses de radiação e liberação de produtos ao meio ambiente [2].

Sendo assim, o reator projetado tem uma seção transversal retangular (“slab”), onde a largura é um fator de anticriticalidade.

A Fig. 1 mostra uma vista frontal do reator de hidrólise.



Fig. 1. Vista Frontal de Reator de Hidrólise (Detalhe Ampola de UF_6 dentro da Autoclave)

II.3. Testes Operacionais

Inicialmente realizaram-se os testes pré-operacionais com água para verificar vazamento no sistema. Não ocorrendo o fato, colocou-se a solução de ácido fluorídrico a 5% à temperatura ambiente recirculando

por um período de 8 horas contínuas. Não foi observado nenhum ataque químico e/ou físico visual no reator e na tubulação de recirculação. Repetiram-se os ensaios por mais cinco vezes. Como não houve corrosão e nem vazamento no sistema, realizaram-se ensaios com a solução de UO_2F_2 . A partir destes ensaios, o sistema ficou apto a ser utilizado com o UF_6 .

II.4. Descrição do Processo de Hidrólise

O processo para obtenção de solução de UO_2F_2 a partir de UF_6 envolve basicamente as seguintes etapas:

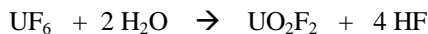
- Evaporação de UF_6
- Hidrólise de UF_6

II.4.1. Evaporação de UF_6

Utilizou-se uma ampola com capacidade segura de 6 Kg de UF_6 . Introduziu-se a ampola em uma autoclave aquecendo-a com vapor d'água até 85°C a uma pressão de 3 Kg/cm^2 . A autoclave está colocada sobre uma balança digital, que controla a massa de UF_6 adicionada no reator.

II.4.2. Hidrólise de UF_6

A hidrólise ocorre em um sistema despressurizado, com um volume de água destilada inicial de 25 litros no reator. O UF_6 reage instantaneamente em contato com a água em recirculação, de acordo com a reação;



[3]

As Fig. 2 e 3 mostram o fluxograma de processo simplificado da hidrólise de UF_6 e o sistema em acrílico, respectivamente.

III. RESULTADOS E CONCLUSÕES

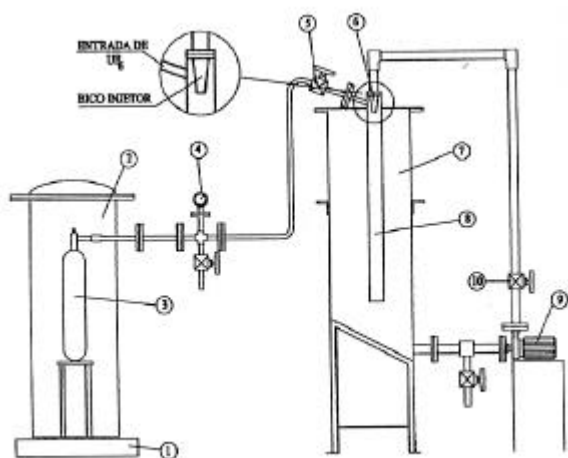
Na primeira operação de hidrólise observaram-se:

- Não houve ataque químico e/ou físico visual e nem vazamento de solução no reator e na linha de recirculação,
- Houve uma alteração do material onde há contato direto com UF_6 . Isto ocorreu, devido a aproximação da temperatura de distorção do acrílico (93°C), onde o UF_6 entra à 85°C ,
- Como a reação de UF_6 com H_2O é instantânea deve-se controlar criteriosamente a vazão de UF_6 na entrada do reator, pois pode ocorrer formação de cristais de UO_2F_2 ao redor do bico injetor e na parede da tubulação de entrada de UF_6 o que pode provocar entupimento.

Realizaram-se cinco ensaios de hidrólise com as massas de: 2530, 2800, 2940, 3060 e 4200g UF_6 . Nestes experimentos observou-se o mesmo comportamento como no primeiro ensaio.

Devido a observação da distorção do material em acrílico na região do bico injetor, efetuou-se um novo estudo de um material transparente para ser utilizado apenas nesta região.

No estudo realizado, concluiu-se que o



- | | |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 - Balança Digital | 6 - Bico Injetor |
| 2 - Autoclave | 7 - Reator de Acrílico |
| 3 - Ampola de UF ₆ | 8 - Tubo em Policarbonato |
| 4 - Manômetro para UF ₆ | 9 - Bomba de Recirculação |
| 5 - Válvula Reguladora de Vazão de UF ₆ | 10 - Válvula Reguladora de Vazão de Solução |

Figura 2. Fluxograma do Processo da Hidrólise de UF₆

polycarbonato é um material transparente mais indicado, pois resiste aos ataques de HF, solução de UO₂F₂ e tem um coeficiente de dilatação térmica de 135 – 140 °C [1] e [4].

Após a substituição da parte acrílico, que apresentou distorção, por policarbonato efetuaram-se alguns ensaios de hidrólise. Não houve nenhum ataque químico e físico após experimentos.

A Fig. 4 mostra a comparação da região dos tubos em acrílico e policarbonato, nota-se a distorção no tubo de acrílico.

Concluiu-se finalmente que os objetivos propostos neste trabalho foram plenamente atingidos.

Comprovou-se com esse sistema por ser transparente a maior facilidade do controle dos parâmetros do processo.

O sistema apresentado poderá servir como uma ferramenta adicional para preparação de outros compostos de urânio a partir de UF₆.

BIBLIOGRAFIA

[1] HARPER, C. A. **Handbook of plastic and elastomers**. McGraw-Hill. 1975.

[2] DAMI, M. A. **Análise de criticidade do processo de reconversão do UF₆ a DUA do Departamento de Tecnologia de Combustíveis do IPEN**. Março 1996. (relt. 001.ROO)

[3] KELLER, C. **The chemistry of the transuranium elements**. Nunsberg, Verlog, 1971 (Kernchemie in Einzeldarstellungen, vol. 3).

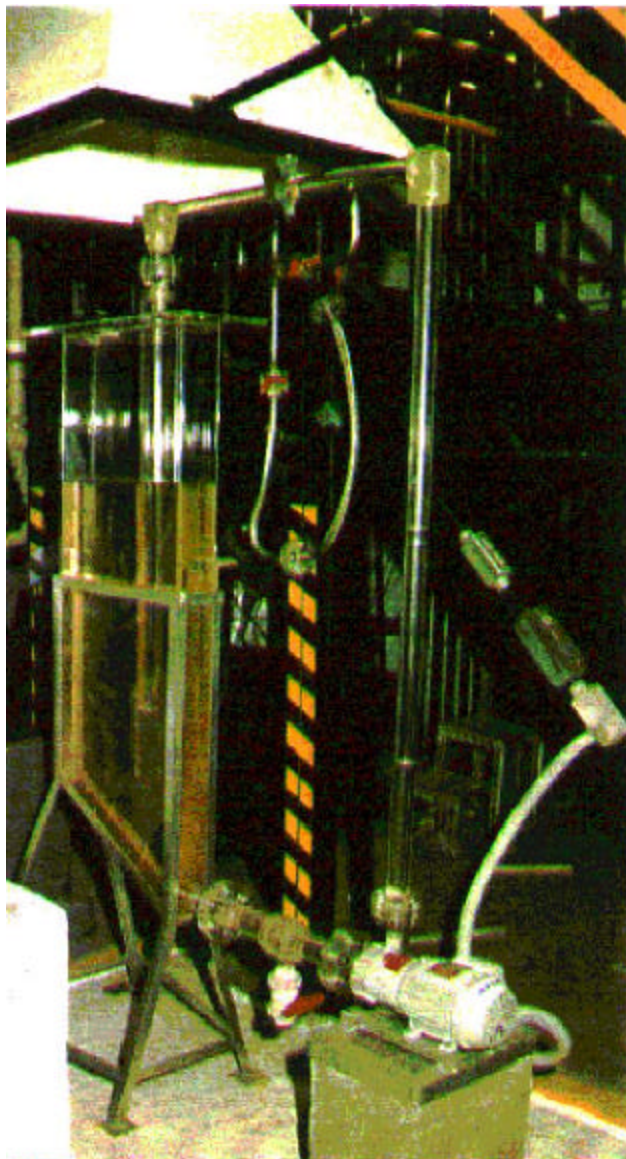


Figura 3. Sistema de Hidrólise de UF₆ em Acrílico.



Figura 4. Comparação dos Tubos de Acrílico e Policarbonato

[4] Manual Técnico para Envidraçamento com LEXAN® EXELL® e LEXAN® MARGARD®. General Electric Plastics B.V., Structured Products.

ABSTRACT

Since 1994, the Fuel Cycle Department of IPEN-CNEN/SP, dominates the reconversion process of uranium hexafluoride (UF_6) to ammonium diuranate (DUA), followed by obtaining of uranium octoxide (U_3O_8), used as raw material in the production of combustible element for the IEA-R1m reactor.

In the reconversion process, when the UF_6 enters in contact with the water, it reacts quickly producing uranyl fluoride (UO_2F_2) and fluoride acid (HF). It is a very important stage in the process for preparation of UF_6 – DUA, because some problems, as crystallization, blockage of the beak injector of UF_6 and formation of compounds of uranium – fluoride, undesirable

in the posterior stages, could be present. The hydrolysis systems, that use the uranium hexafluoride (UF_6) as raw materials, are usually built in non transparent materials. The visualization difficulty, for a better control of the process, took to the study of a transparent system of hydrolysis where these parameters were appraised. From the developed studies, the material that presented better conditions for the wanted end was the acrylic. In this work is showed a hydrolysis system made in transparent acrylic and the data of the of UF_6 hydrolysis obtained.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem: Eng° Adriano Giardino, Msc. Paulo Ernesto de O. Lainetti, Aristeu Florêncio da Silva, Edvaldo Dal Vechio e C.T.M.-SP (Aramar) e aqueles que de alguma maneira direta ou indiretamente colaboraram para realização deste trabalho.