



I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 a 20 de Março de 1986

ANAIS - PROCEEDINGS

PROJETO ZIRCÔNIO NO IPEN-CNEN/SP

Parte 1 - Aspectos Gerais

José Octavio Armani Paschoal

Departamento de Engenharia Química
IPEN-CNEN/SP - São Paulo

Sumário

O zircônio metálico é um material praticamente insubstituível no ciclo do combustível devido as suas propriedades nuclear, química e mecânica. Tendo em vista a grande importância do zircônio na indústria nuclear, o IPEN-CNEN/SP está desenvolvendo um programa, cujo objetivo é capacitar o Brasil na tecnologia do zircônio.

Discute-se, neste trabalho, os aspectos gerais deste programa que consiste, na primeira etapa, na obtenção do óxido de zircônio nuclearmente puro (concentração de háfnio < 100 ppm) e, na segunda etapa, obtenção de zircônio metálico.

Abstract

Metallic zirconium is practically insubstitutable in the nuclear fuel cycle due to its nuclear, chemical and mechanical properties. As a result of the important position of Zr in the nuclear industry, IPEN-CNEN/SP is developing a programme with the aim to obtain the knowhow about zirconium technology.

This paper discusses the general aspects of this programme which consists in the first stage, the obtention of nuclear grade Zr (with Hf < 100 ppm) and in the second stage the obtention of metallic zirconium.

I. INTRODUÇÃO

Ligas à base de zircônio são usadas, comercialmente, na forma de tubo como encamisantes de pastilhas de UO_2 nos reatores de potência tipo PWR e BWR. A importância do zircônio na tecnologia nuclear está ligada a sua seção de choque de absorção de neutrons térmicos (0,19 barn) aliada a certas propriedades, tais como, alto ponto de fusão (1852°C), boa resistência mecânica e resistência a corrosão. A adição de certos elementos de liga, tais como Sn, Fe, Cr, Ni e Nb, confere ao zircônio metálico melhores propriedades mecânicas e químicas. As ligas de zircônio mais comumente usadas para aplicação nuclear são conhecidas comercialmente como zircaloy, destacando-se o Zircaloy - 4 (1,5% Sn, 0,2% Fe e 0,1% Cr) comumente empregado nos reatores tipo PWR e o Zircaloy - 2 (1,5 % Sn, 0,1% Fe, 0,1%Cr e 0,05% Ni), largamente usado nos reatores tipo BWR. Um reator do tipo PWR com uma potência da ordem de 1000 MW utiliza na primeira carga cerca de 40 ton de zircônio para uma massa de 80 ton de UO_2 .

A tecnologia do zircônio nuclear está intimamente ligada ao problema do háfnio. Isto ocorre por dois motivos. Primeiro porque o háfnio, na natureza, está sempre associado aos minérios de zircônio e as propriedades químicas destes dois elementos são muito semelhantes; portanto é muito difícil a separação zircônio / háfnio. Segundo porque a seção de choque do háfnio é muito alta (105 barns). Por este motivo, a máxima concentração de háfnio permitível no zircônio nuclear de acordo com as especificações técnicas, é 100 ppm. A concentração de háfnio nos minérios de zircônio varia de 0,5 a 4% o que acarreta em mais uma etapa no processo de obtenção de zircônio nuclear, que é a separação zircônio/háfnio.

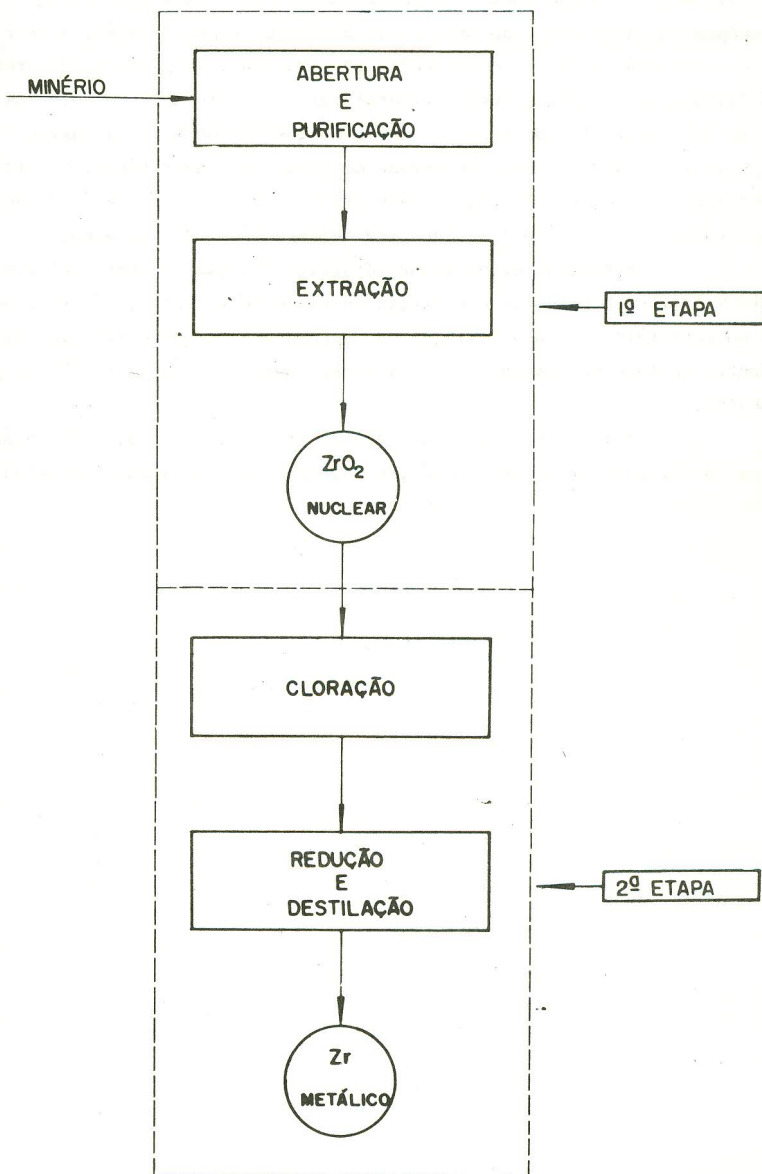
É importante destacar também que o zircônio não é utilizado apenas na tecnologia de reatores. Além desta, o zircônio tem uma vasta aplicação industrial, tanto na forma de óxido (ZrO_2), como na forma metálica. A produção mundial de zircônio metálico é da ordem de 5000 ton/ano.

2. PROJETO ZIRCÔNIO NO IPEN-CNEN/SP

O Projeto Zircônio, em desenvolvimento no IPEN-CNEN/SP, tem como finalidade desenvolver estudos e pesquisas, compreendendo a abertura do minério de zircônio até a obtenção de zircônio metálico grau nuclear. O programa está dividido em quatro etapas, que visam estabelecer processos para:

- a) obtenção de óxido de zircônio grau nuclear (1.^a etapa);
- b) obtenção de zircônio metálico (2.^a etapa);

PROJETO ZIRCÔNIO



- c) obtenção de ligas de zircônio (3.^a etapa) e
- d) obtenção de tubos de zircaloy (4.^a etapa)

A primeira etapa, que consiste na obtenção de óxido de zircônio (ZrO_2) grau nuclear, é apresentada, esquematicamente, no fluxograma da fig. 1. Esta etapa compreende a abertura do minério de zircônio, a purificação, a extração de hafnio e a obtenção de óxido de zircônio grau nuclear. Na parte II do presente trabalho discutem-se os processos hidrometalúrgicos que foram desenvolvidos para obtenção de ZrO_2 grau nuclear a partir dos minérios zirconita e caldasito. A primeira etapa já foi desenvolvida e otimizada em escala de laboratório. A partir dos dados experimentais projetou-se uma unidade piloto para produção de óxido de zircônio grau nuclear. Esta unidade se encontra na fase final de montagem.

A segunda etapa do projeto (fig. 2), que consiste na obtenção de zircônio metálico, compreende a cloração do óxido de zircônio, a purificação e redução magnetotérmica e a destilação da esponja metálica de zircônio. Esta etapa se encontra em fase de desenvolvimentos e será discutida na parte III do presente trabalho.

A terceira e quarta etapa do projeto, ou seja, a obtenção de ligas e tubos de zircônio, respectivamente, se encontram ainda em fase de estudo preliminar.