

DETERMINAÇÃO DE TAXA DE REDUÇÃO
HORÁRIA DE CÉLULAS ELETROLÍTICAS
DE ALUMÍNIO

por

JOSÉ OLYMPIO N. M. CASTRO, PEDRO EDMUNDO AUN,
RUBENS MARTINS MOREIRA e MIGUEL RICARDO AUN

Separata de

METALURGIA — ABM

Vol. 26 — N.º 146

SÃO PAULO — BRASIL

1970

DETERMINAÇÃO DA TAXA DE PRODUÇÃO HORÁRIA DE CÉLULAS ELETROLÍTICAS DE ALUMÍNIO ⁽¹⁾

JOSÉ OLYMPIO N. M. CASTRO ⁽²⁾

PEDRO EDMUNDO AUN ⁽³⁾

RUBENS MARTINS MOREIRA ⁽⁴⁾

MIGUEL RICARDO AUN ⁽⁵⁾

RESUMO

A determinação gravimétrica da taxa de produção horária das células eletrolíticas de alumínio para o cálculo do seu rendimento é extremamente demorada e dispendiosa. Exige além disto a parada do funcionamento da célula. Este trabalho apresenta métodos que permitem uma rápida e econômica determinação desta taxa de produção sem interferir com a marcha normal da operação da célula. Para isto são empregados traçadores radioativos ou radioativos.

O trabalho apresenta também o resultado da medida feita pelos autores numa célula eletrolítica da usina de Saramenha, da Alumínio Minas Gerais S. A., e as perspectivas futuras do trabalho a ser realizado neste campo pela Divisão de Radioisótopos do Instituto de Pesquisas Radioativas da Universidade Federal de Minas Gerais — Comissão Nacional de Energia Nuclear.

1. INTRODUÇÃO

Os traçadores radioativos são usados na solução de grande número de problemas metalúrgicos, auxiliando e completando as técnicas convencionais de análise. Entre estes problemas, eles têm sido usados na determinação do rendimento de células eletrolíticas para produção de alumínio, através da determinação do volume total presente na célula em diferentes instantes.

Uma alternativa que aproveita a alta sensibilidade dos aparelhos de detecção de radiação e, ao mesmo tempo evita o uso de material radioativo em uma fábrica, é o uso de materiais que são tornados radioativos após o término da experiência. Neste trabalho, apresenta-se o uso deste método em uma célula eletrolítica para produção de alumínio.

2. MÉTODO DO TRAÇADOR RADIOATIVO

Suponha-se que uma massa conhecida M_0 de alumínio marcado com um radioisótopo é introduzida na célula. Seja S_0 a atividade específica da amostra injetada. Atividade específica é a quantidade de material radioativo presente em 1

grama da amostra. Suponha-se ainda que, no início e no fim de um intervalo de tempo T , sejam retiradas amostras da célula e que suas atividades específicas, medidas em um detector de radiação, sejam, respectivamente, S_1 e S_2 .

A diferença entre estas duas atividades específicas será devida à quantidade de alumínio que, produzido durante o intervalo T , dilui o material radioativo.

Fazendo-se o balanço do material radioativo para o início do intervalo T , tem-se, desde que o material radioativo esteja homogêneamente distribuído no alumínio contido na célula:

$$M_0 S_0 = M_1 S_1$$

e portanto,

$$M_1 = \frac{M_0 S_0}{S_1}$$

Do mesmo modo,

$$M_2 = \frac{M_0 S_0}{S_2}$$

A quantidade de alumínio produzida no intervalo de tempo T será:

$$\begin{aligned} M_T &= M_2 - M_1 = \frac{M_0 S_0}{S_2} - \frac{M_0 S_0}{S_1} = \\ &= M_0 S_0 \left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 S_2} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

As atividades específicas S_0 , S_1 e S_2 são obtidas em um dos diferentes tipos de detectores de radiação existentes, como os contadores Geiger-Müller e os detectores de cintilação. Este último

(1) Contribuição Técnica n.º 847. Apresentada ao XXIV Congresso Anual da ABM; São Paulo, SP; Julho de 1969.

(2) Engenheiro do Instituto de Pesquisas Radioativas da UFMG; Belo Horizonte MG.

(3) Engenheiro do Instituto de Pesquisas Radioativas da UFMG; Belo Horizonte MG.

(4) Membro da ABM; Engenheiro do Instituto de Pesquisas Radioativas da UFMG; Belo Horizonte MG.

(5) Técnico do Instituto de Pesquisas Radioativas da UFMG; Belo Horizonte MG.

é muito mais eficiente que o primeiro e permite, portanto, que se utilize uma quantidade menor de radioisótopo.

A verificação da homogeneidade da mistura alumínio-radioisótopo, necessária para que a aplicação do método seja possível, é feita pela retirada de amostras em diferentes pontos da célula, a intervalos de tempo regulares. Determina-se a seguir a atividade específica destas amostras. A condição de homogeneidade é atingida a partir do instante em que as amostras correspondentes a este instante apresentem a mesma atividade específica.

A referência bibliográfica 1 apresenta uma detalhada descrição deste método.

3. MÉTODO DO TRAÇADOR RADIOATIVÁVEL ⁽²⁾

Neste caso, introduz-se na célula um traçador não radioativo, sendo a sua ativação realizada após o término da experiência.

Embora o método anteriormente descrito seja perfeitamente seguro quanto ao aspecto da radioproteção, seu emprêgo exige o deslocamento de pessoal treinado no manuseio de material radioativo para o local da medida, o que aumenta o seu custo.

O emprêgo de um traçador radioativo permite que todo o serviço de campo seja realizado pelo pessoal da usina interessada na medida, sendo as amostras retiradas enviadas para posterior ativação e contagem.

Neste método, que não difere em essência do anterior, introduz-se na célula uma amostra de alumínio de massa conhecida, à qual se adicionou uma massa conhecida do traçador inativo escolhido. Conhece-se, portanto, o teor do traçador na amostra injetada. O traçador escolhido deve ser facilmente ativável e não deve estar presente, em quantidades apreciáveis, entre as impurezas do alumínio. As amostras são colhidas de modo idêntico ao do processo anterior e ativadas para que se determine o teor de traçador em cada uma delas.

A verificação de homogeneidade da mistura alumínio-traçador é também feita pela retirada de amostras em diferentes pontos da célula e posterior ativação das mesmas.

Deve-se notar que o processo descrito poderia também ser realizado pela análise química das amostras recolhidas. A vantagem da determinação do teor do traçador na amostra por meio de ativação consiste na altíssima sensibilidade da análise por ativação que, para alguns elementos, pode atingir valores da ordem de 10^{-8} gramas.

A mesma fórmula deduzida para o método anterior pode ser usada, desde que se passe a considerar S como teor de traçador.

4. MÉTODO EXPERIMENTAL

A célula em que se realizou a experiência contém uma massa previamente estimada em 1200 kg e opera a uma temperatura de cerca de 950°C. A produção horária estimada é de cerca de 9 kg para um consumo da ordem de 150 kWh. O intervalo entre duas corridas é de 24 horas.

Empregou-se na experiência o método do traçador radioativo, injetando-se 300 g de uma liga alumínio-ouro (contendo 7,25 g de ouro) na célula número 11 na Redução I. O ouro foi escolhido por ser facilmente ativável, apresentar meia-vida conveniente (2,7 dias) e não se constituir em uma das impurezas do alumínio.

Duas horas após a injeção, iniciou-se a coleta de amostras, continuada em intervalos de duas horas até o instante da corrida. Em cada amostragem foram retiradas quatro amostras de cerca de 37 gramas. Estas amostras, usinadas e pesadas, foram irradiadas durante 15 minutos no reator nuclear Triga Mark I do Instituto de Pesquisas Radioativas, a um fluxo de 10^{11} neutrons por centímetro quadrado por segundo.

As amostras foram deixadas decair durante 5 dias para que desaparecessem os outros radioisótopos produzidos durante a ativação e devidos às impurezas contidas no alumínio, principalmente o cobre.

Junto com as amostras foram irradiados padrões contendo massas conhecidas de ouro. Estes padrões são usados para a determinação do teor de ouro em cada amostra, comparando-se a contagem que produzem com a contagem fornecida pela amostra. A contagem foi feita em um contador de cintilação, tipo poço, com cristal de NaI (Tl) de 2" x 2".

A verificação de homogeneidade foi feita pela fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (N - \bar{N})^2}{n - 1}}$$

sendo:

N a contagem de cada amostra; \bar{N} a média das contagens de cada grupo de amostras; n o número de amostras que constitui um grupo. Quando o desvio padrão s atinge um valor constante, a homogeneidade foi conseguida ⁽³⁾.

Isto aconteceu cerca de 5 horas após a injeção do traçador na cuba.

Verificou-se também que parte do traçador injetado passava à criolita que é utilizada como eletrólito. Um espectrômetro de absorção atômica mostrou a presença de pequenas quantidades de ouro na criolita; entretanto, a mesma análise feita em um espectrômetro gama de 44 canais não confirmou este resultado.

É indispensável, para que se meça a massa de alumínio produzida, que todo o traçador presente permaneça no alumínio, não passando ao eletrólito. Por isto, novas análises da criolita serão efetuadas antes da próxima experiência, embora as referências citadas ^(1, 2) sejam categóricas ao afirmar não haver passagem do ouro para o eletrólito.

5. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

O cálculo da quantidade de alumínio produzido foi feito pela fórmula (1). A análise de uma série de amostras, cobrindo cerca de 12 horas de funcionamento da célula, deu como resultado 10 kg por hora. Para outra série de amostras, a produção média horária foi de 9,3 kg.

A massa total de alumínio presente na célula, no instante da corrida, foi calculada em 1220 kg. O teor detetado na última série de amostras foi de 5,9 microgramas de ouro por grama de amostra, o que mostra a alta sensibilidade do método.

Devido ao pequeno número de amostras retirado em cada coleta, dois dos pontos experimentais obtidos tiveram que ser abandonados. Na próxima experiência, serão feitas apenas três coletas de amostras. Entretanto, em cada coleta, serão tomadas pelo menos 10 amostras. O tempo de irradiação também será aumentado, devendo as amostras decair durante uma semana. Esta nova estrutura permitirá a obtenção de resultados mais precisos.

O método utilizado pode ser empregado em medidas indiretas de volume, tendo sido, recentemente, aplicado na determinação da quantidade de mercúrio presente em cubas de produção da soda.

6. CONCLUSÕES

Tratando-se de uma primeira experiência, os resultados obtidos foram satisfatórios, encontrando-se próximos dos valores estimados.

Para uma melhor precisão, deve-se aumentar o número de amostras retirado em cada coleta, aumentar o tempo de irradiação e conseguir melhor estatística de contagem. Todas estas medidas serão tomadas na próxima experiência.

O método do traçador ativável permite que as indústrias executem todo o trabalho preliminar da experiência, o que torna os custos menores.

O método do traçador radioativo é, entretanto, de uso mais simples e mais rápido.

Finalmente, deve-se citar que os custos experimentais são baixos, referindo-se apenas ao preço de algumas gramas de ouro e aos custos de irradiação e contagem.

O método pode ser aplicado em todos os casos em que determinações de volume, difíceis por métodos convencionais, sejam necessárias.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos engenheiros Fernando S. Salgado e Joaquim B. Cotta, da Alumínio Minas Gerais S. A., o apóio que nos ofereceram na execução do trabalho.

Aos colegas da Divisão de Química, da Seção de Aparelhos de Irradiação e da Seção de Metalurgia e Cerâmica, nossos agradecimentos pelo auxílio prestado.

BIBLIOGRAFIA

1. BOZÓKY, V. — Current Efficiency in Aluminium Furnaces. Proc. of the Second Int. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy, Genebra, 1958.
2. PRADZYNSKI, A. & ORMAN, Z. — A modification of the method for determining the current efficiency of aluminium electrolytic cells. Proc. of the Conf. on the Use of Radioisotopes in the Physical Science and Industry, Viena, 1962.
3. BJERLE, I. et al. — Studies of Powder Mixing with Short Lived Radioisotopes Produced in Small Research Reactors, Viena, 1962.