

Conclusión

Según este análisis, los reactores híbridos térmicos podrían alcanzar un quemado próximo a los 150 Mwd/kg, con un factor de multiplicación energética cercano, pero inferior, a 10. Sin embargo, los de espectro rápido, comenzando con factores de multiplicación más bajos (del orden de 5), que subirían inmediatamente a valores próximos a 15 y superiores, podrían quemar hasta unos 300 Mwd/kg.

Sin embargo, estos últimos son muy insensibles a la moderación variable, que en el caso de los térmicos podría ser una herramienta muy adecuada para mejorar sus características.

EL METODO DE LAS ECUACIONES INTEGRALES SINGULARES (B. I. E. M.) (*)

Enrique Alarcón

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid

Boundary integral equation method (B. I. E. M.) is a powerful alternative to the domain methods, as the well know Finite Element Method (F. E. M.). The essential idea, are the combination of the classical reciprocity relations with the discretization philosophy of F. E. M.

The reduction in dimension of the domain to be discretized, the easy treatment of infinite domains and the high accuracy of the results are the main advantages of B. I. E. M. Between the drawbacks are the nonsymmetry and non sparseness of the matrices to be treated are worth remembering.

Application to several real problems has shown that in certain cases B. I. E. M. is better than F. E. M. and this is specially true when tridimensional problems of complicated geometries have to be treated.

Active research is in progress of its extension to nonlinear and time dependent problems.

Tres características suelen ser citadas en relación con la utilización del B. I. E. M.: una ecuación del campo de tipo elíptico, una

(*) Presentada en la sesión celebrada el 9 de enero de 1980.

relación de reciprocidad y una solución fundamental de las ecuaciones de campo.

Con objeto de situar el método en el contexto general de los métodos variacionales conviene ir aplicando esos tres conceptos.

Sea A un operador lineal simétrico definido positivo que al ser aplicado a dos funciones U y ψ_j produce respectivamente los resultados f y f_j^* :

$$\begin{aligned} A u &= f \\ A \psi_j &= f_j^* \end{aligned}$$

El planteamiento de una expresión integral se obtiene tras los productos internos habituales y su desarrollo en formas bilineales en el dominio y en el contorno, con lo que finalmente se obtiene:

$$b(u, \psi_j)_{\partial D} - b(\psi_j, u)_{\partial D} = (f, \psi_j)_D - (f_j^*, u)_D.$$

Si se elige $f_j^* = 0$ se obtienen los llamados métodos de Trefftz (Kantorovich y Krilov, 1964; Collatz, 1966; Rektorys, 1977).

Por otro lado si se toma

$$f_j^* = \delta(x_j)$$

es decir, la solución fundamental de A , se obtiene una relación

$$u(x_j) + b(u, \psi_j)_{\partial D} = b(\psi_j, u)_{\partial D} + (f, \psi_j)_D \quad \forall x_j \in D \quad (*, *)$$

que en elasticidad corresponde a la llamada identidad de Somigliana (Love, 1944) y en teoría del potencial permite expresar el valor de aquél en un punto como la suma de un potencial de simple capa, otro de doble capa y una distribución espacial (Courant y Hilbert, 1953; Kellogg, 1953; Folland, 1976).

El método de los elementos de contorno implica un paso al límite

$$\begin{aligned} x_j &\rightarrow y_j \\ x_j &\in D; \quad y_j \in \partial D \end{aligned}$$

y una interpretación de las integrales singulares en el sentido de su valor principal $(* \cdot *)$ se transforma así en

$$c u(y_j) + b(u, \psi_j)_{\partial D} = b(\psi_j, u)_{\partial D} + (f, \psi_j)_D \quad \forall y_j \in \partial D$$

Aproximando

$$\begin{aligned} Nu &\approx a_i N_{ui} \\ Eu &\approx b_i E_{ui} \quad i = 1, 2, \dots, N \end{aligned}$$

donde E designa el operador de condiciones esenciales y N el de naturales, así como

$$x \approx c_i x_i$$

se obtiene el sistema

$$c u(y_j) + (a_i, E \psi_j)_{\partial D} N U_i - (N \psi_j, b_i)_{\partial D} E u_i = (f, \psi_j)_{\partial D} \quad j = 1, 2, \dots, N$$

donde se observan dos características inconvenientes del método: la asimetría de las matrices

$$\begin{aligned} \hat{A}_{ij} &= (a_i, E \psi_j)_{\partial D} \\ B_{ij} &= (N \psi_j, b_i)_{\partial D} \end{aligned}$$

y su carácter de matriz llena debido a que las ψ_j están definidas en *todo* el contorno. Algunos autores (Babuska, 1978) cuestionan por ello la elección de las a_i, b_i como splines polinómicos. No obstante esta elección es del mayor interés para que se mantenga el significado físico de los coeficientes en la (4.10).

Incorporando el primer sumando al segundo es posible escribir

$$A u - B v = P$$

La imposición de las condiciones adecuadas de contorno permite finalmente llegar al sistema

$$K X = F$$

Bibliografía

- KANTOROVITCH y KRILOV. 1964. *Approximate methods of higher analysis*. Noordhoff.
- COLLATZ. 1966. *The numerical treatment of differential equations*. Springer-Verlag.

- REKTORYS. 1977. *Variational methods in mathematics, science and engineering*. Reidel Pub.
- LOVE. 1944. *A treatise on the mathematical theory of elasticity*. Dover.
- COURANT y HILBERT. 1953. *Methods of mathematical physics*. Interscience.
- KELLOG. 1953. *Foundations of potential theory*. Dover.
- FOLLAND. 1976. *Introduction to partial differential equations*. Princeton U. P.
- BABURKA. 1978. Comunicación privada.

DEPOSITO ELECTROQUIMICO DE METALES SOBRE CATODO DEL MERCURIO: I. NIQUEL (*)

F. A. Calvo y E. Otero

*Departamento de Metalurgia. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad
Complutense de Madrid*

The possibilities of obtaining nickel in powder form by electroreduction of an aqueous solution on a liquid mercury cathode are studied.

In order to determine the optimum conditions for the process, the influence of the electrochemical variables, concentration of electroactive substance, electrolyte temperature, experiment time and current density, on the current efficiency was established.

Based on these results a theoretical hypothesis on the formation and growth of these crystals produced by electrodeposition in mercury is presented.

The nickel powder obtained is in an ideal condition for powder metallurgical applications.

Introducción

La campaña de desprestigio contra el Hg desatada en los últimos años —y el correspondiente descenso de su cotización en el mercado internacional—, unido a las grandes reservas de mineral

(*) Presentada en la sesión celebrada el 16 de enero de 1980.