

ANALISIS DE PATRONES DE FLUJO EN UN LECHO
DE FLUIDIZACION PARA CONVERSION AUC - UO2

POR

L. JUANICO, A. CLAUSSE Y G. GUIDO

Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro
República Argentina

Trabajo a ser presentado a la XVIII. Reunión
Anual de la Asociación Argentina de Tecnología
Nuclear, 22-26 octubre de 1990 en Buenos Aires,
Argentina.

E N G L I S H A B S T R A C T

One of the fuel cycle stages is the conversion (reduction) of ammonium uranyl carbonate (AUC) in UO_2 which, after being directly compacted, allows pellet obtainment acquire the correct density to be used as nuclear fuel during sintering. AUC's reduction in UO_2 is made on a fluidized bed reactor in which AUC powder going into the upper part at a countercurrent to the gas (H_2 or superheated steam), is converted into UO_2 ; after the reaction, UO_2 is collected at the lower part of the reactor. (Author)

S P A N I S H A B S T R A C T

Una de las etapas del Ciclo Combustible es la reducción (reduccion) del uranilo carbonato de amonio (AUC) en UO_2 , el que luego por compactado directo permite la obtención de pastillas que adquieren la densidad necesaria para ser utilizadas como combustible nuclear durante el sinterizado. La reducción del AUC en UO_2 se realiza en un lecho fluidizado en el que el polvo de AUC entra por la parte superior a contracorriente con el flujo de gas (vapor de agua precalentado) se convierte en UO_2 , el cual es recogido luego de la reacción en la parte inferior del reactor. (Autor)

ANALISIS DE PATRONES DE FLUJO EN UN
LECHO DE FLUIDIZACION PARA CONVERSION AUC - UO2

L. Juanicó , A. Clausse y G. Guido
Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro

Una de las etapas del Ciclo Combustible , es la conversión (reducción) del uranil carbonato de amonio (AUC) en UO2 , el que luego por compactado directo permite la obtención de pastillas que adquieren la densidad necesaria para ser utilizadas como combustible nuclear durante el sinterizado

La reducción del AUC en UO2 se realiza en un lecho fluidizado en el que el polvo (AUC) entrando por la parte superior a contracorriente con el flujo de gas (vapor sobrecalentado) , se convierte en UO2 , el cual es recogido luego de la reacción por la parte inferior del reactor.

1. Regímenes de flujo Sólido Gas

Se adoptó un modelo de drift-flux unidimensional para el tratamiento del flujo sólido - gas dentro del horno de reacción. Se expresa la velocidad de la fase sólida con respecto al centro de volumen (drift - flux) como:

$$(1) j_{sg} = \alpha(1-\alpha)u_s$$

donde u_s es la velocidad relativa entre las fases. El modelo de drift-flux postula una relación entre el j_{sg} y la fracción volumétrica de sólido (α) :

$$(2) j_{sg} = V_t(1-\alpha)^n \alpha$$

Para el caso de lecho estacionario ($j_s = 0$) , obtenemos la siguiente relación:

$$(3) j_{sg} = V_t(1-\alpha)^n$$

en la que las propiedades del sistema afectan a V_t y n . Este último será calculado mediante la correlación de Zaki-Richardson [1].

Planteando el balance de fuerzas para la partícula suspendida por un flujo ascendente de gas , la velocidad terminal está dada por :

$$(4) V_t = \frac{g d_p (\rho_s - \rho_g)}{18 \mu_g}$$

Para cada flujo de gas y tipo de partículas se desarrolla un determinado patrón de flujo que tiene influencia sobre la reacción . Las figuras 1 y 2 muestran los mapas de patrones de flujo en el plano $d_p - j_g$ para el AUC y el UO2 a 875 K y presión atmosférica. Se distinguen en el tres zonas fundamentales [2] :

Lecho fijo (fixed bed) : El caudal de gas es muy bajo y no permite levantar las partículas. Obtenemos la curva de fluidización incipiente tomando la fracción de gas correspondiente a máximo compactamiento:

$$(5) \epsilon = \epsilon_{\infty} = 0.8$$

Lecho fluidizado : Las partículas levitan suspendidas por el flujo de gas ascendente.

Arrastre global de partículas (carryng over): Si la velocidad

del gas es mayor que la velocidad terminal V_t , las partículas son arrastradas por el flujo ascendente.

También se observan varias formas más o menos diferenciadas de arrastre de partículas. Nos concentraremos en discernir la ocurrencia de flujo tapón (slug flow), utilizando el criterio de Stewart:

$$(6) \quad \frac{J_g - J_{g \text{ mf}}}{(0.35 g D)^{1/2}}$$

2. ESTUDIO DEL LECHO DE SEDIMENTACION

Las ecuaciones de conservación de sólido y gas que gobiernan la sedimentación de una carga de polvo son:

$$(7.1) \quad \frac{\partial \alpha}{\partial t} + \frac{\partial (\alpha u_s)}{\partial z} = - \frac{\beta}{\rho_s}$$

$$(7.2) \quad - \frac{\partial \alpha}{\partial t} + \frac{\partial [(1-\alpha) u_f]}{\partial z} = \frac{\beta}{\rho_f}$$

Se resolvieron las ecuaciones (7) por el método de las características para los casos sin fuente (Fig. 3) y con fuente función de α (Fig. 4). Las figuras mostradas representan el plano físico de evolución del polvo en el transitorio de sedimentación. En el eje de las abscisas se grafica la dirección axial, tomando origen en la parte superior del lecho y positivas en sentido descendente. En el eje de las ordenadas graficamos el tiempo medido desde el instante de descarga. Las líneas gruesas marcadas en las figuras representan las distintas ondas de choque que separan regiones con distintas fracción de vacío. Las regiones separadas por las ondas de choque representan la evolución en el espacio y tiempo de las zonas ocupadas por gas solamente (A), compactamiento final (B), dispersión de voids en un cierto rango (C) y compactamiento inicial (D).

Nomenclatura

- A_p : area transversal de la partícula.
- D : diámetro del lecho.
- d_p : diámetro medio de partícula
- g : gravedad.
- J_g : velocidad superficial del gas.

j_s : velocidad superficial de partículas.
 $(j_g)_{mf}$: velocidad del gas para mínima fluidización.
 u_s : velocidad relativa entre las fases.

Letras griegas

α : fracción volumétrica de partículas.
 ϵ : fracción volumétrica de gas.
 ρ_s : densidad de la partícula.
 ρ_g : densidad el gas.
 μ_g : viscosidad el gas.

Referencias

- [1] Wallis G.B. , One Dimensional Two Phase Flow. McGraw-Hill , New York 1969
- [2] Fluidization, 1980 Intern. Fluid. Conference . Plenum Press , New York 1980 .

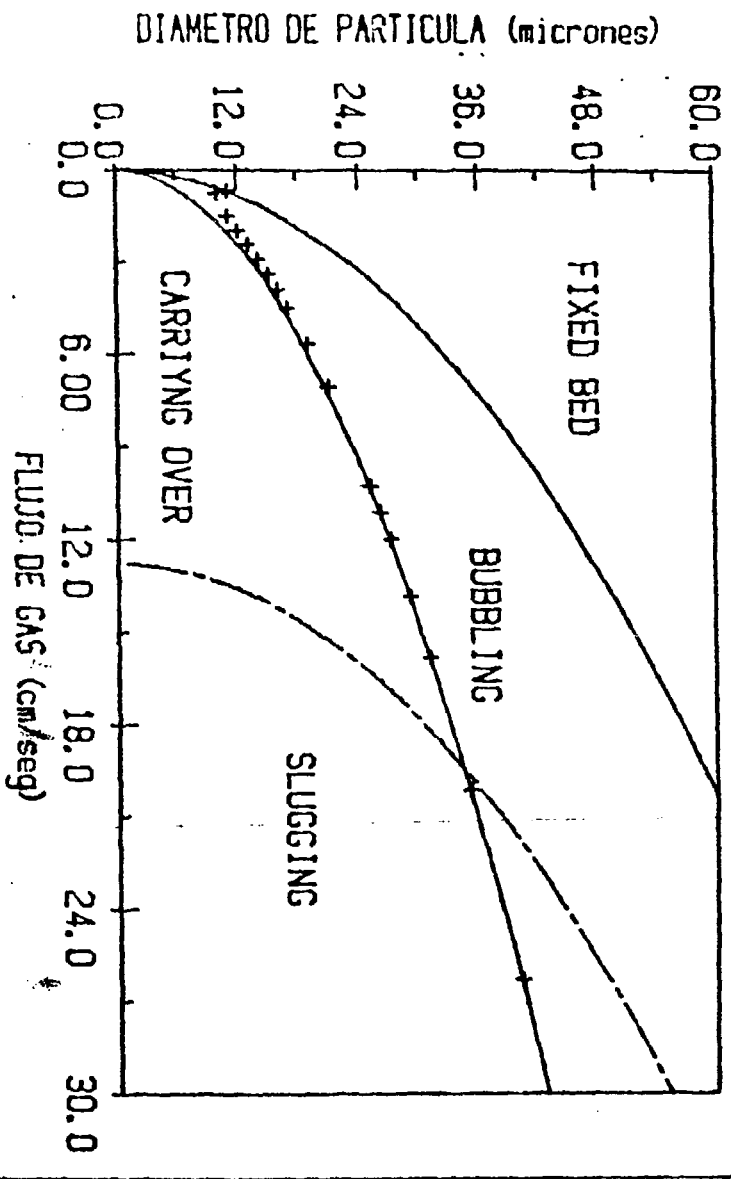


Figura 1: Mapa de patrón de flujo para AUC

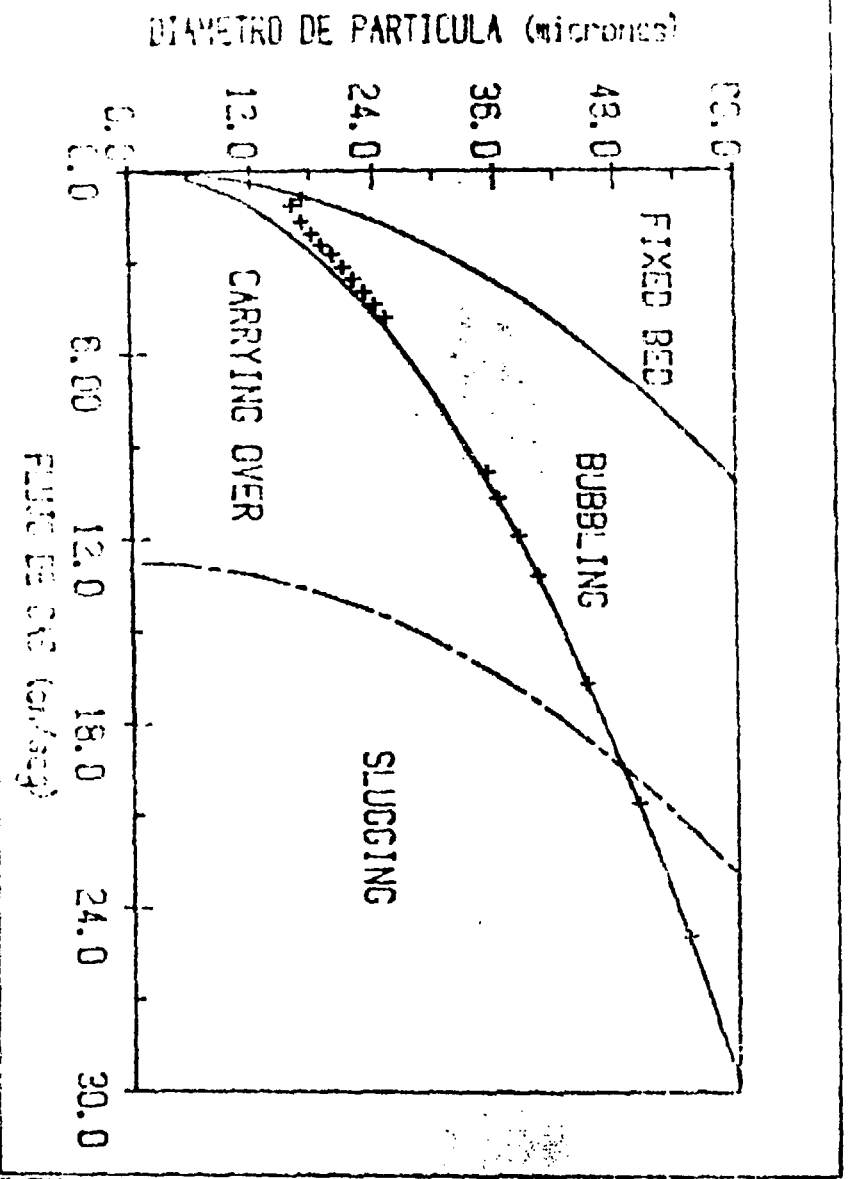


Figura 2: Mapa de patrón de flujo para UO₂

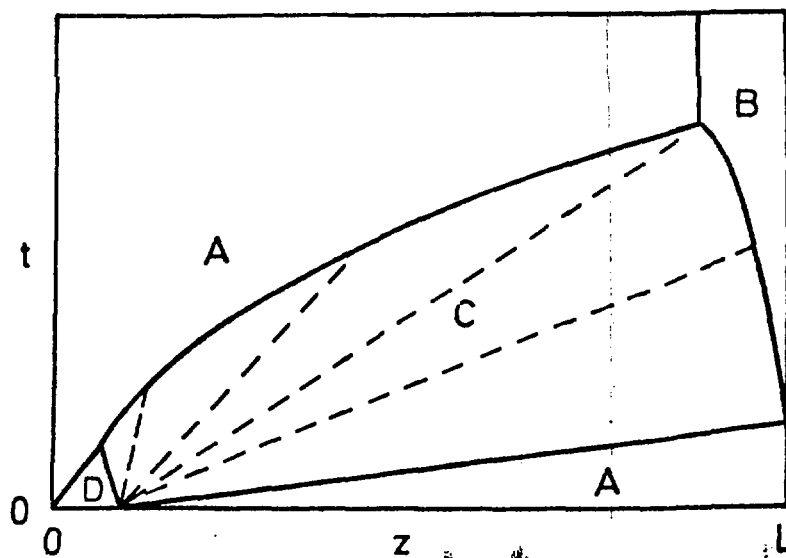


Figura 3: Evolución de las fronteras de polvo
(sedimentación sin fuente de gas)

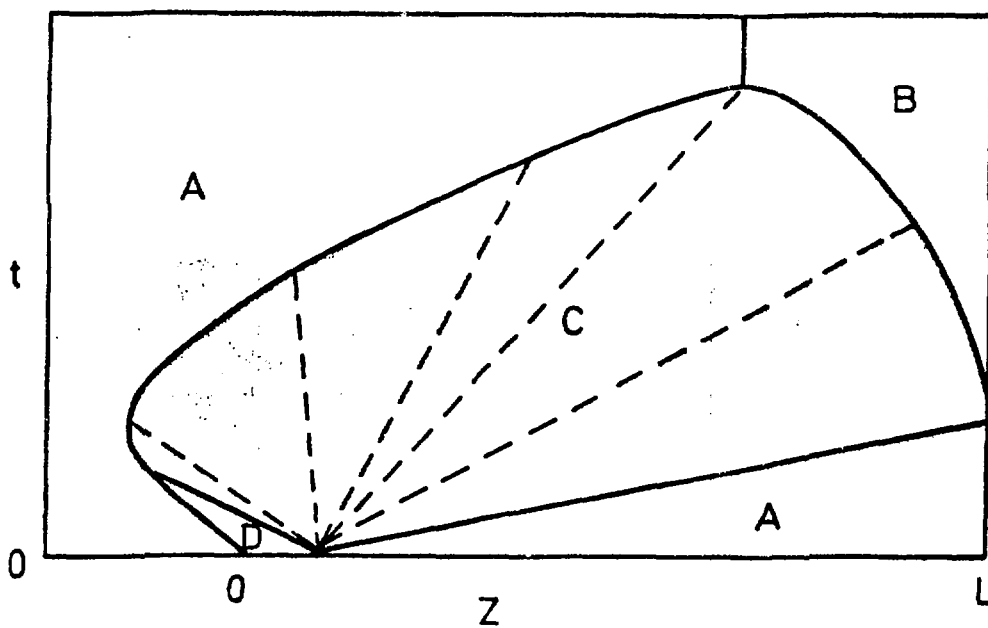


Figura 4: Evolución de las fronteras de polvo
(sedimentación con fuente de gas función de)