

J. E. N. 291

Sp ISSN 0081-3397

**Estudio del micronizado del UO_2
procedente de lechos Fluidizados**

por

J. Antonio Alonso Folgueras

JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR

MADRID, 1974

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Documentación Bibliotecaria y Publicaciones, Junta de Energía Nuclear, Ciudad Universitaria, Madrid-3, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Tesauro del INIS para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. Para más detalles consultese el informe IAEA-INIS-12 (INIS: Manual de Indexación) y IAEA-INIS-13 (INIS: Tesauro) publicado por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Este trabajo se ha recibido para su impresión en Agosto de 1.974

ESTUDIO DEL MICRONIZADO DEL UO₂ PROCEDENTE
DE LECHOS FLUIDIZADOS

Por

J. Antonio ALONSO FOLGUERAS

INTRODUCCION

El proceso de molienda es un proceso de desintegración mecánica que desarrolla partículas de pequeño tamaño, con lo cual se consigue la activación de los sólidos cuando ésta sea requerida, como en el caso de la sinterización; si el producto está finamente dividido, su activación será grande, y la energía necesaria para su sinterización será pequeña.

Este trabajo tiene por objeto el estudio de la molienda del UO₂ procedente de lechos fluidizados cuando la citada operación se realiza en el molino vibratorio "Vibratom", de 50 litros de capacidad útil. Se trata de encontrar un tiempo óptimo de molienda, correlacionando éste con las distribuciones granulométricas y las superficies específicas conseguidas. Al mismo tiempo se intentará encontrar un procedimiento para la carga y descarga del molino que mejore las condiciones del sistema actual, totalmente mecanizado y bastante "limpio", pero que dificulta la operación a causa del pequeño paso de las válvulas de esfera de que va provisto; la sustitución de estas válvulas por otras de paso mayor crearía problemas dimensionales en el sistema.

Se pretende también poner de manifiesto la contaminación que el sistema de molienda produce en la urania y la variación de la contaminación con el tiempo de molienda.

Por si tuviera algún interés se estudiará también la posible influencia que pueda tener la adición del lubricante antes del proceso de molienda o una vez finalizado éste.

Cantidad de UO₂ elegida para el trabajo

Considerando que la capacidad del molino es de 50 litros y que la densidad del UO₂ procedente de lechos fluidos es de 3,9 g/cm³, se podrían moles lotes de 200 kg.

La urania de la citada procedencia se recibe en recipientes de 100 Kg de capacidad. En consecuencia podría molerse el contenido de dos recipientes cada vez.

Si se tiene en cuenta que la masa crítica para la urania con un enriquecimiento del 3,5% es de 58 kg, según el criterio de masa, y

que este trabajo tiende a fijar los procesos que deben seguirse cuando se trabaje con urania enriquecida, se ha acordado fijar en 50 kg el lote de UO_2 que debe molerse cada vez, en vista de que el peso citado se encuentra por debajo de la masa crítica, cae dentro de la capacidad del molino y es justamente la mitad de la capacidad del recipiente en el cual se recibe la urania.

Toma de muestra y referenciación.

Del recipiente de UO_2 elegido para el trabajo se hizo una toma de muestra mediante una sonda, en el centro del recipiente y en el sentido longitudinal del eje. La muestra se marcó con la referencia UO_2 50 LF.

Caracterización de la materia prima

La muestra extraída se dividió en 5 partes destinadas a los siguientes análisis:

- a) superficie específica
- b) análisis de impurezas
- c) granulometría por tamizado
- d) densidad de llenado
- e) relación O/U

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

a) La superficie específica determinada por el método del sorptómetro fué de $2,10 \text{ m}^2/\text{g}$.

b) El análisis de impurezas realizado por la Sección de Espectrometría y Análisis Iónico dió los siguientes resultados:

| | | |
|----|------|-----|
| Ag | 0,3 | ppm |
| Al | 6 | " |
| B | 0,25 | " |
| Ba | 6 | " |
| Ca | 200 | " |
| Cd | 0,06 | " |
| Co | 5 | " |
| Cr | 30 | " |
| Cu | 0,6 | " |
| Fe | 50 | " |
| Mg | 15 | " |
| Mn | 2 | " |
| Mo | 2 | " |
| Ni | 40 | " |
| P | 175 | " |
| Pb | 3 | " |
| Si | 50 | " |
| V | 1,5 | " |
| W | 5 | " |

| | | |
|----|-----|-----|
| Zn | 60 | ppm |
| Zr | 10 | " |
| X | 100 | " |

c) La granulometría por tamizado dió el siguiente resultado:

| | Tamaño de partícula en μ | % en peso acumu- lados. |
|--------------|---------------------------------|----------------------------|
| Inferiores a | 500 | 99,6 |
| " " | 250 | 90 |
| " " | 150 | 36,8 |
| " " | 75 | 7 |
| " " | 50 | 1,5 |
| " " | 37 | 1 |

d) La densidad de llenado, determinada pesando el UO_2 que llena por vertido un recipiente de volumen conocido dió: $3,9 \text{ g/cm}^3$.

e) La relación O/U fué determinada por el Laboratorio de Control de la División de Materiales y el resultado fué 2,1160.

Micronizado

La operación de micronizado tiene por objeto la desintegración mecánica del material hasta tamaños próximos a la micra. De esta forma se consigue aumentar la actividad de la urania procedente de lechos fluidizados que, debido a su especial proceso de obtención, es muy baja. Se va a tratar aquí de estudiar el tiempo óptimo de molienda teniendo en cuenta factores tales como distribución granulométrica, contaminación, superficie específica, fórmula y adición de lubricante. Otros factores que también se considerarán serán la altura y densidad de las pastillas que se consigan con los polvos de UO_2 molidos y después granulados conforme a un sistema que se tratará que permanezca constante para no introducir otras variables capaces de desvirtuar la influencia de las ya citadas.

Para llevar a cabo este trabajo se tomaron 50 kg del recipiente n°2 y se cargó el molino. Este molino es de los llamados vibratorios, de 50 litros de capacidad, y sus elementos multuradores son bolas de alúmina. A continuación se añadieron al molino 150 g de estearato de cinc, equivalentes al 0,3%. Este lubricante se añade para facilitar la operación del prensado previo, que se realiza en prensa rotatoria y para favorecer el deslizamiento interno de los gránulos durante la operación de prensado. La adición de lubricante al principio de la operación de molienda nos permitirá, por comparación con la molienda de otro lote sin lubricante, ver la influencia de éste en la citada operación. A la primera media hora se detuvo la molienda y se extrajeron 10 kg, que se referenciaron con las siglas UO_2 LF 1/2. Se

continuó la molienda media hora más, al cabo de la cual se extrajeron otros 10 kg que se referenciaron con UO_2 10 LF 1. Otra media hora de molienda dió lugar a la extracción de un tercer producto denominado UO_2 10 LF 1 1/2. Por fín con media hora más de molienda se obtuvo el producto UO_2 10 LF 2 y quedaron 10 kg de UO_2 10 LF 2 que se reservaron para poner a punto los sistemas de precomprimir, granular y prensar, sin que se tuviera que gastar producto de los cuatro sublotes de 10 kg elegidos para el estudio.

Después se volvieron a coger otros 50 kg de UO_2 de la misma partida y se sometieron a molienda, esta vez sin lubricante. De estos 50 kg se extrajeron sólo muestras para los diversos análisis al cabo de 1/2 hora, 1 hora, 1 1/2 horas y 2 horas. Al finalizar las 2 horas de molienda se añadió al molino 150 g de estearato de cinc, equivalentes al 0,3% y se mezcló con el producto molido haciendo funcionar el molino durante 5 minutos.

Caracterización del producto molido.

Los lotes molidos durante 1/2, 1, 1 1/2 y 2 horas se sometieron a los siguientes ensayos de caracterización:

- a) Superficie específica
- b) Análisis químico
- c) Relación O/U
- d) Granulometría

Los resultados de estos análisis se pueden apreciar en las siguientes Tablas y gráficos:

T A B L A I

Variación de la superficie específica con el tiempo de molienda

| Tiempo de molienda | 1/2 hora | 1 hora | 1 1/2 horas | 2 horas |
|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Superficie específica | 2,83 m ³ /g | 4,06 m ² /g | 4,7 m ² /g | 5,22 m ² /g |

T A B L A II

Variación de la contaminación del producto con el tiempo de molienda

| Elementos Contaminantes en p.p.m. | 1/2 hora | 1 hora | 1 1/2 horas | 2 horas |
|-----------------------------------|----------|--------|-------------|---------|
| Ag | 0,2 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Al | 200 | 200 | 200 | 200 |
| As | <6 | <6 | <6 | <6 |
| B | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Ba | <6 | <6 | <6 | <6 |
| C | 300 | 400 | 400 | 500 |
| Ca | 25 | 25 | 25 | 18 |
| Cd | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Co | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Cr | <30 | <30 | <30 | <30 |
| Cu | 1 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Fe | <30 | <30 | <30 | <30 |
| Mg | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Mn | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Mo | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ni | 30 | 30 | 25 | 15 |
| P | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Pb | <3 | <3 | <3 | <3 |
| Si | 60 | 60 | 70 | 70 |
| Sr | 30 | 30 | 30 | 50 |
| V | <5 | <5 | <5 | <5 |
| W | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Zn | <60 | <60 | <60 | <60 |
| Zr | <20 | <20 | <20 | <20 |

T A B L A III

Variación de la estequiometría con el tiempo de molienda

| <u>Tiempo de molienda</u> | <u>Relación O/U</u> |
|---------------------------|---------------------|
| 1/2 hora | 2,12 |
| 1 " | 2,12 |
| 1 1/2 " | 2,12 |
| 2 " | 2,11 |

Las granulometrías realizadas por el método de la pipeta de Andreasen resultaron poco precisas y dieron valores anómalos, siempre inferiores a los verdaderos, sin que se pudiera determinar la causa de estas anomalías. A pesar de ésto, para el tamaño de 10μ se puede escribir la siguiente Tabla.

T A B L A IV

| <u>Tiempo de molienda</u> | <u>%de partículas inferiores a 10</u> |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 30 min | 49 |
| 60 " | 59 |
| 90 " | 70 |
| 120 " | 75 |

Granulado

Los cuatro sublotos de 10 kg, con producto molido durante 1/2, 1, 1·1/2 y 2 horas respectivamente, se precomprimieron en la pastilladora COURTOY a una presión de 1080 kg/cm^2 , se molieron los comprimidos en el molino de muelas verticales y al producto molido se le eliminaron finos pasándolo por el tamiz de 0,208 mm de luz de malla. Después, a los gruesos, se añadieron finos por valor del 30% del peso de aquéllos y el resto de finos se recicló. Se observó que a medida que aumentaba el tiempo de molienda, aumentaba también la fracción de gruesos que se obtenía por tamizado, pero, al observar estos gruesos, se comprobó que eran de forma de escama de 1 mm aproximadamente de espesor, aunque de forma irregular y grande. Esto nos hizo pensar que el sistema de trituración de precomprimidos era defectuoso. Por este motivo se desmontó el molino y se comprobó que una de las muelas trituradoras estaba considerablemente desgastada. En un trabajo posterior se intentará subsanar esta anomalía y se considerarán nuevos tipos de molinos trituradores comerciales.

Cuando se intentó pastillar los granulados obtenidos tamizando los finos y anadiéndolos después en un 30% del peso de los gruesos, se comprobó que no llenaban bien la matriz y presentaban dificultades de prensado. Entonces, con el fin de estudiar las características del granulado más adecuadas para el prensado, se tomaron 3 de los 10 kg de UO_2 sobrantes de los 50 kg molidos (estos 10 kg se habían molido durante 2 horas) y se precomprimieron de la siguiente manera:

1 kg a 715 kg/cm^2
 1 kg a 845 kg/cm^2
 1 kg a 995 kg/cm^2

Estos tres kilos de muestra se pasaron por los tamices de 1,108 mm y 0,208 mm de luz de malla y se obtuvieron los siguientes resultados:

| <u>Presión de precompresión</u> | <u>>1.108 mm</u> | <u>>0,208 mm <1,108 mm</u> | <u><0,208 mm</u> |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 715 kg/cm ² | 200 g | 580 g | 225 g |
| 845 kg/cm ² | 240 g | 545 g | 228 g |
| 995 kg/cm ² | 230 h | 565 g | 215 g |

Como se observa en este cuadro, parece ser que no influye apenas la presión de precompresión en la cantidad de gruesos y finos que se obtienen.

A la vista del resultado anterior, los 7 kg de UO₂ restantes se precomprimieron a 715 kg/cm² y del granulado obtenido se separó la 1ª fracción de 3,5 kg aproximadamente, que se prensaron directamente en la prensa DORST. Los otros 3,5 kg de UO₂ se tamizaron y se obtuvo:

| | |
|----------------------------|----------|
| > 1,108 mm..... | 0,650 kg |
| > 1,108 mm y < 0,208 mm... | 1,840 kg |
| < 0,208 mm..... | 1,150 kg |

Con esta separación se compusieron las siguientes fracciones que se pastillaron en la prensa DORST junto con los 3,5 kg de UO₂ anteriores:

2ª fracción:

Tamaños medios: 0,840 kg

3ª fracción:

Tamaños medios y finos: 0,500 kg de medios y 0,177 kg de finos, hallándose éstos en la proporción 1,150/1,840

4ª fracción:

Tamaños medios y gruesos: 0,500 kg de medios y 0,177 kg de finos, hallándose éstos en la proporción 0,650/1,840.

Con estas cuatro fracciones se hicieron pastillas en la prensa DORST. En estas pastillas se estudió la altura y la densidad, y los resultados se reflejaron en la Tabla V.

T A B L A V

Variaciones de altura y densidad de las pastillas realizadas con los diversos granulados

| | Altura mm | | Diferencia | Densidad g/cm ³ | | Diferencia |
|------------|-----------|------|------------|----------------------------|------|------------|
| | Máx. | Mín. | | Máx. | Mín. | |
| Fracción 1 | 16,0 | 15,0 | 1,0 | 6,48 | 6,34 | 0,14 |
| Fracción 2 | 14,3 | 13,6 | 0,7 | 6,49 | 6,38 | 0,11 |
| Fracción 3 | 15,0 | 12,2 | 2,8 | 6,52 | 6,32 | 0,20 |
| Fracción 4 | 14,3 | 13,6 | 0,7 | 6,52 | 6,39 | 0,13 |

A la vista de esta Tabla se eligió como granulado más conveniente el de la Fracción 4, constituido sólo por tamaños medios y gruesos, es decir, los tamaños superiores a 0,208 mm.

La fracción elegida presenta la menor diferencia en altura y la más alta densidad, con una diferencia muy buena. De la Tabla IV también se deduce que el granulado menos idóneo corresponde a la Fracción 3, que está constituida por tamaños medios y finos.

Estos trabajos previos sirvieron para establecer las condiciones que debía cumplir el granulado y en consecuencia hubo que eliminar y reciclar el 30% de finos que previamente habíamos añadido a los diversos sublotos correspondientes a los cuatro tiempos de molienda considerados, para que cumplieran las condiciones establecidas.

Paralelamente a la obtención de estos granulados se granuló también el lote de 50 kg, que se molió sin lubricante, si bien este lote se precomprimió a una presión de 955 kg/cm² y no se clasificó en tamaños.

Prensado

Los granulados del apartado anterior se comprimieron en la prensa DORST. Como recordatorio se citarán los diversos lotes y sus características:

Granulado n°1: Producto molido 1/2 hora con el 0,3 % de estearato de Zn, precomprimido a 1080 kg/cm², triturado en el molino de muelas verticales y desprovisto de finos inferiores a 0,208 mm.

- Granulado n°2: Producto molido 1 hora con el 0,3% de estearato de Zn, precomprimido a 1080 kg/cm², triturado en el molino de muelas verticales y desprovisto de finos inferiores a 0,208 mm.
- Granulado n°3: Producto molido 1 1/2 horas con 0,3% de estearato de Zn, precomprimido a 1080 kg/cm², triturado en el molino de muelas verticales y desprovisto de finos interiores a 0,208 mm.
- Granulado n°4: Producto molido 2 horas con 0,3% de estearato de Zn, precomprimido a 1080 kg/cm², triturado en el molino de muelas verticales y desprovisto de finos inferiores a 0,208 mm.
- Granulado n°5: Producto molido durante 2 horas, sin lubricante, precomprimido a 955 kg/cm² y sin clasificar.

Las condiciones de trabajo de la prensa DORST, que no se variaron en ningún momento, fueron las siguientes:

Velocidad del motor: 750 r.p.m.
 Pastillas por minuto: 9
 Carrera de compresión : 7
 Descenso de la matriz: 21
 Prellenado: 0
 Compresión superior: 0
 Tensión muelle punzon superior: apretado a tope
 Válvula reguladora de presión: 1 3/4 de vuelta.
 Fuerza: 4 t.
 Presión : $\frac{4}{1,33} = 3 \text{ t/cm}^2$

Los lotes citados se fueron pastillando sucesivamente en la prensa DORST según las anteriores condiciones. Las pastillas se iban colocando en las bandejas de molibdeno utilizadas en el proceso de sinterización. Cada 25 pastillas, se tomaba una, se pesaba y se medía a su altura. Con estos datos se hallaba su densidad en crudo. Las bandejas se han almacenado al vacío, hasta disponer de cantidad suficiente que justifique la puesta en marcha del horno continuo de sinterización.

Con los datos obtenidos pesando y midiendo la altura de una de cada 25 pastillas, en cada lote de granulado, se confeccionó la ta
 bla VI.

T A B L A VI

Dispersión de alturas y densidades de pastillas

| | Granulado nº1 | Granulado nº2 | Granulado nº3 | Granulado nº4 | Granulado nº5 |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Altura en mm. (2σ) | 15,48 _{+0,39} | 14,79 _{+0,60} | 15,30 _{+0,65} | 14,44 _{+0,67} | 14,54 _{+0,73} |
| Densi- dad en g/cm ³ (2σ) | 6,41 _{+0,16} | 6,49 _{+0,20} | 6,52 _{+0,16} | 6,54 _{+0,05} | 6,53 _{+0,06} |
| Densi- dad % DT (2σ) | 58,5 _{+1,5} | 59,2 _{+1,8} | 59,5 _{+1,5} | 59,7 _{+0,5} | 59,6 _{+0,5} |

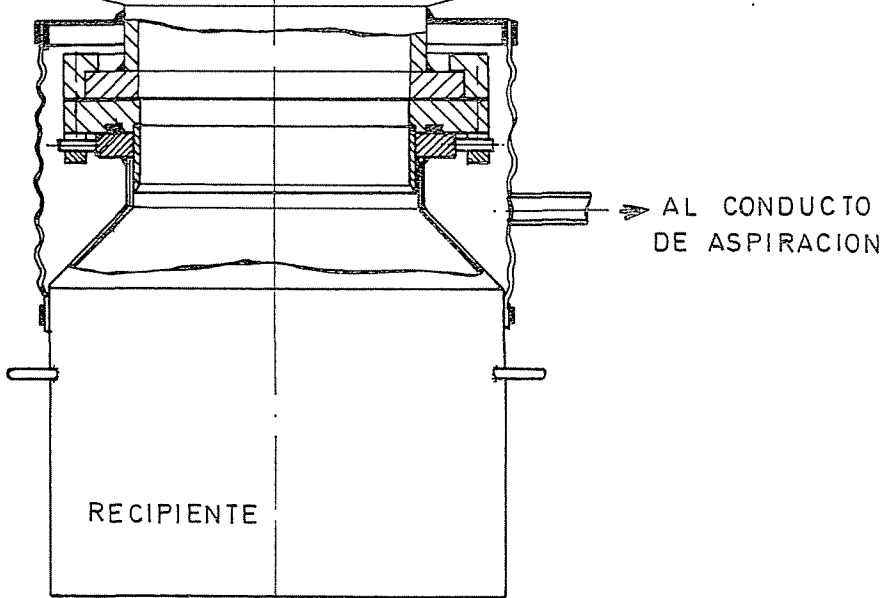
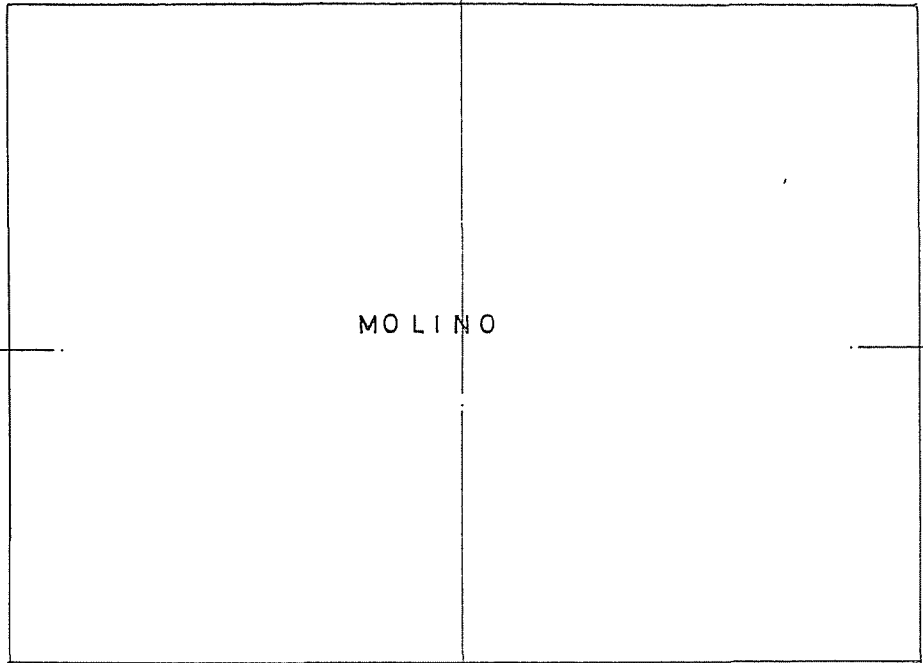
Carga y descarga del molino

Se ha diseñado un nuevo sistema para la carga y descarga del molino que evite los inconvenientes que implicaba el sistema anterior. Estos inconvenientes derivaban del estrechamiento de las válvulas de esfera de que constaba el sistema. El paso del polvo de UO₂ se hacía dificultoso y la operación resultaba muy laboriosa, ya que el producto se apelmazaba en las válvulas.

El sistema diseñado consta, como se aprecia en la Fig. 1 de un cierre boca a boca entre el recipiente de UO₂ y el molino sin restricción de ningún tipo. El cierre es de los llamados "rápidos" y el conjunto va protegido del exterior por una manga de plástico que se cierra por encima de la boca del molino y por debajo de la boca del recipiente. Esta manguera lleva una tubuladura lateral para conectar al conducto general de aspiración de la nave. Con este sistema se espera evitar los inconvenientes citados.

Resultados

Al considerar los datos correspondientes a la caracterización del producto molido y compararlos con los relativos al producto sin moler, se observan dos detalles significativos. El primero se refiere a la relación O/U, que no se altera ni aún con el grado de molienda y prácticamente se mantiene constante en 2,12. El otro hecho significativo se aprecia en las granulometrías verificadas con la pipe-



ta de Andreasen, que dieron resultados anómalos y bajos cuya causa podría ser debida a la presencia de partículas gruesas. Estos dos resultados parecen indicar que el producto está poco molido y necesitaría aún más tiempo de molienda. En otro trabajo sobre molienda realizado en 1.966 (*) se observó que la relación O/U comenzaba a aumentar a partir de las 3 horas de molienda, aunque la granulometría conseguida con 1 hora de molienda era notablemente superior y de aspecto normal. Quizás el no haber conseguido una molienda más eficaz se deba a la humedad del producto de origen, que fué de 1,75% (**); en estas condiciones el proceso de molienda pierde eficacia debido a la plasticidad de la urania. El UO_2 se apelmaza y adhiere a las paredes del molino y los choques con las bolas son ineficaces. Esto explicaría también porqué en otras ocasiones fueron suficientes dos horas de molienda vibratoria para conseguir granulometrías elevadas.

Otro de los aspectos a considerar en este trabajo era el estudio de la contaminación con el grado de molienda. Al observar la Tabla II y compararla con el análisis del producto original se aprecia que el Al pasa de 6 ppm en este a 200 ppm en aquella. El C pasa de 100 ppm a 300, 400 y 500 ppm, según el grado creciente de molienda. En otro trabajo anterior con UO_2 procedente de lechos fluídos estos dos elementos pasaron de 4 a 90 ppm el Al y de 100 a 258 ppm el C. Los límites que señalan las especificaciones (***) son Al, 25 ppm y C, 200 ppm. Es probable que la causa de este exceso de contaminación se deba al mismo motivo ya señalado al explicar las anomalías granulométricas, pues al apelmazarse el producto en las paredes del molino por causa de la humedad, aumentaría la erosión sobre el recubrimiento interno del molino. Así se explicaría el aumento de contaminación en C. Como consecuencia, las bolas chocarían unas con otras, con escasez de producto a moler, y ésto produciría un exceso de Al como producto contaminante por ser las bolas de Al_2O_3 .

En la Tabla I se puede observar la variación de la superficie específica con el tiempo de molienda. En este caso no se producen anomalías como se desprende de dicho cuadro, pues la progresión de finos, aunque es una progresión lenta debido a la ineficacia de la molienda, va en aumento. El valor de 5,22 m^2/g que se obtiene tras dos horas de molienda resulta bueno y suficiente para el proceso de sinterización.

(*) "Las técnicas de micronizado como coadyuvantes en el proceso de sinterización de polvos". E. Aparicio, y J.A. Alonso.

Revista de Metalúrgia, Vol. 2 n°3, Mayo-Junio 1.966.

(**) El recipiente del que se extrajo el UO_2 de este trabajo no cerraba bien. La goma de cierre de que va provisto la tapa no hacía presión en la boca del recipiente.

(***) MET-61

El sistema actual de trituración de comprimidos resulta deficiente ya que proporciona gruesos en forma de escama de forma irregular y grande, que dificultan el llenado de la matriz. También se obtienen demasiados finos que en algunos casos afectan la fluencia de polvo, sobre todo cuando se ha pastillado ya la mitad del granulado de un recipiente; el resto, entonces, queda con un exceso de finos que se segregaron del total y ya no fluyen como lo hizo la primera mitad.

En el método actual de obtención de granulado parece ser que no influye la presión de precompresión en la granulometría final del granulado, obteniéndose igual proporción de tamaños gruesos, medios y finos a distintas presiones de precompresión.

Las fracciones de granulado formadas por tamaños medios (fracción n°2) y por tamaños gruesos y medios (fracción n°4) consiguen las menores diferencias de altura y densidad de las pastillas en crudo. Con la fracción n°4 se consiguen los máximos valores de densidad. (Véase Tabla V).

La densidad de las pastillas en crudo aumenta con el grado de molienda y la dispersión de sus valores disminuye con él. Si la molienda se realiza sin incorporar el lubricante y éste se añade al final, el granulado correspondiente se puede prensar sin clasificar y los valores de densidad en crudo y su dispersión resultan del mismo orden que los conseguidos con el granulado n°4, constituido por tamaños gruesos y medios.

Las dispersiones en la altura de los comprimidos en crudo aumentan con el grado de molienda y aumentan también si no se clasifica el granulado. No obstante, para el granulado n°4 se ha conseguido una dispersión en la altura de $\pm 0,67$ mm (2σ) en crudo, la cual, después del sinterizado, se aproximaría a $\pm 0,5$, valor éste que aparece frecuentemente en las especificaciones de fabricación.

Conclusiones

De la lectura de los Resultados se desprenden las siguientes conclusiones:

- El producto a moler ha de tener una humedad inferior al 1%, para evitar adherencias a las paredes del molino, con la consiguiente pérdida de eficacia de la molienda y aumento de la contaminación.
- La evolución de la superficie específica con el grado de molienda experimenta un crecimiento normal, alcanzando un valor entre 5 y 6 m²/g que se considera suficiente para afrontar con éxito el proceso de sinterización.
- La relación O/U no sufre alteración práctica dentro de los tiempos de molienda considerados en este trabajo.

- El método actual de trituración de comprimidos resulta defectuoso por el desgaste sufrido por una de las muelas trituradoras.
- En el sistema actual de obtención de granulado no influye la presión de precompresión en la granulometría final del granulado dentro de los márgenes de presión considerados.
- La fracción de granulado desprovista de los valores inferiores a 0,208 mm, logra la máxima densidad y las menores diferencias de altura y densidad de las pastillas en crudo.
- La densidad de las pastillas en crudo aumenta con el tiempo de molienda y la dispersión de sus valores disminuye con él
- La dispersión en la altura de los comprimidos en crudo aumenta con el tiempo de molienda y aumenta también si no se clasifica el granulado. Para el granulado elegido, la dispersión en altura ha sido $\pm 0,67$ mm (2σ). Después de sinterizar es posible que alcance $\pm 0,5$ mm, valor de las especificaciones.

J. E. N. 291

Junta de Energía Nuclear, División de Metalurgia, Madrid.

"El micronizado del UO_2 procedente de lechos fluidos".

ALONSO FOLGUERAS, J.A. (1974) 14 pp. 1 fig.

Se ha estudiado en este trabajo la molienda vibratoria del UO_2 procedente de lechos fluidizados. En el estudio se ha correlacionado el tiempo de molienda con la superficie específica, estequiometría, distribución granulométrica y contaminación del producto molido. Se pone de manifiesto la pérdida de eficacia de la molienda del UO_2 húmedo. Por último se hace un breve estudio del granulado que se obtiene con el UO_2 molido, y de las pastillas en crudo conseguidas con él, considerando la dispersión de su densidad y altura.

J. E. N. 291

Junta de Energía Nuclear, División de Metalurgia, Madrid.

"El micronizado del UO_2 procedente de lechos fluidos".

ALONSO FOLGUERAS, J.A. (1974) 14 pp. 1 fig.

Se ha estudiado en este trabajo la molienda vibratoria del UO_2 procedente de lechos fluidizados. En el estudio se ha correlacionado el tiempo de molienda con la superficie específica, estequiometría, distribución granulométrica y contaminación del producto molido. Se pone de manifiesto la pérdida de eficacia de la molienda del UO_2 húmedo. Por último se hace un breve estudio del granulado que se obtiene con el UO_2 molido, y de las pastillas en crudo conseguidas con él, considerando la dispersión de su densidad y altura.

J. E. N. 291

Junta de Energía Nuclear, División de Metalurgia, Madrid.

"El micronizado del UO_2 procedente de lechos fluidos".

ALONSO FOLGUERAS, J.A. (1974) 14 pp. 1 fig.

Se ha estudiado en este trabajo la molienda vibratoria del UO_2 procedente de lechos fluidizados. En el estudio se ha correlacionado el tiempo de molienda con la superficie específica, estequiometría, distribución granulométrica y contaminación del producto molido. Se pone de manifiesto la pérdida de eficacia de la molienda del UO_2 húmedo. Por último se hace un breve estudio del granulado que se obtiene con el UO_2 molido, y de las pastillas en crudo conseguidas con él, considerando la dispersión de su densidad y altura.

J. E. N. 291

Junta de Energía Nuclear, División de Metalurgia, Madrid.

"El micronizado del UO_2 procedente de lechos fluidos".

ALONSO FOLGUERAS, J.A. (1974) 14 pp. 1 fig.

Se ha estudiado en este trabajo la molienda vibratoria del UO_2 procedente de lechos fluidizados. En el estudio se ha correlacionado el tiempo de molienda con la superficie específica, estequiometría, distribución granulométrica y contaminación del producto molido. Se pone de manifiesto la pérdida de eficacia de la molienda del UO_2 húmedo. Por último se hace un breve estudio del granulado que se obtiene con el UO_2 molido, y de las pastillas en crudo conseguidas con él, considerando la dispersión de su densidad y altura.

J. E. N. 291

Junta de Energía Nuclear, División de Metalurgia, Madrid.

"The grinding of uranium dioxide from fluidized beds".

ALONSO FOLGUERAS, J.A. (1974) 14 pp. 1 fig.

This work deals with the UO_2 vibratory grinding, the UO_2 obtained from fluidized beds. In this study the grinding time has been correlated with surface area, stoichiometry, granulometry and grinded product contamination. The efficiency losses in the grinding of moisted UO_2 are outlined. Finally it is made a brief study of the granulate obtained from the grinded UO_2 as well as the green pellets resulting from it, taking into consideration the dispersion of its density and height.

J. E. N. 291

Junta de Energía Nuclear, División de Metalurgia, Madrid.

"The grinding of uranium dioxide from fluidized beds".

ALONSO FOLGUERAS, J.A. (1974) 14 pp. 1 fig.

This work deals with the UO_2 vibratory grinding, the UO_2 obtained from fluidized beds. In this study the grinding time has been correlated with surface area, stoichiometry, granulometry and grinded product contamination. The efficiency losses in the grinding of moisted UO_2 are outlined. Finally it is made a brief study of the granulate obtained from the grinded UO_2 as well as the green pellets resulting from it, taking into consideration the dispersion of its density and height.

J. E. N. 291

Junta de Energía Nuclear, División de Metalurgia, Madrid.

"The grinding of uranium dioxide from fluidized beds".

ALONSO FOLGUERAS, J.A. (1974) 14 pp. 1 fig.

This work deals with the UO_2 vibratory grinding, the UO_2 obtained from fluidized beds. In this study the grinding time has been correlated with surface area, stoichiometry, granulometry and grinded product contamination. The efficiency losses in the grinding of moisted UO_2 are outlined. Finally it is made a brief study of the granulate obtained from the grinded UO_2 as well as the green pellets resulting from it, taking into consideration the dispersion of its density and height.

J. E. N. 291

Junta de Energía Nuclear, División de Metalurgia, Madrid.

"The grinding of uranium dioxide from fluidized beds".

ALONSO FOLGUERAS, J.A. (1974) 14 pp. 1 fig.

This work deals with the UO_2 vibratory grinding, the UO_2 obtained from fluidized beds. In this study the grinding time has been correlated with surface area, stoichiometry, granulometry and grinded product contamination. The efficiency losses in the grinding of moisted UO_2 are outlined. Finally it is made a brief study of the granulate obtained from the grinded UO_2 as well as the green pellets resulting from it, taking into consideration the dispersion of its density and height.

