

1) Título del proyecto

Modelación física de la atomización por centrifugado

1a) Nombre del profesor o tutor en planta responsable del proyecto

M. en C. Juan Carlos Contreras Guzmán

2) Introducción

En los últimos 20 años, el uso de polvos metalúrgicos para la fabricación de componentes complejos que por métodos tradicionales resultan costosos en su fabricación, ha aumentado considerablemente.

Existen tres métodos básicos de fabricación de polvos: por medios mecánicos en estado sólido (molienda); por medios mecánicos en estado líquido (atomización); y por métodos electroquímicos. Cada método tiene características propias, que brindan una gama amplia en la formación geométrica (partículas esféricas, alargadas o de formas irregulares), composición y el tamaño de polvos metálicos. Los tres métodos son ampliamente usados, y estudiados para entender los mecanismos y así poder tener un mejor desempeño del proceso. Sin embargo, como estos procesos son, en su mayoría, utilizados por la industria pulvimetalúrgica, mucha de la información no es de dominio público. Para poder entender mejor este proceso y poder aclarar algunas cuestiones que se tienen al respecto es posible utilizar Modelado Físico que describa los mecanismos presentes de forma cualitativa y cuantitativa.

De entre los métodos de fabricación de polvos, el método de interés para este proyecto es el de atomización por centrifugado. Este consiste en el uso de un disco colocado horizontalmente, que gira y sobre el cual incide verticalmente una columna de líquido a temperatura mayor a la de fusión del metal para formar una película sobre el disco que, de acuerdo con la velocidad de rotación, generará zonas donde la película se desintegra y forma pequeñas gotas, que al solidificar se convierten en el polvo metálico.

Se sabe que entre las variables del proceso se encuentran: la velocidad de rotación, el radio del disco, la velocidad de incidencia de la columna líquida, la viscosidad del líquido, la tensión superficial del sistema líquido/disco, la temperatura del medio circundante (atmósfera de enfriamiento), así como la temperatura del disco.

Se han llevado a cabo estudios donde se busca explicar cómo diseñar un proceso de atomización centrifuga; sin embargo, la información que se tiene es poco precisa. Algunos autores han buscado describir las tres etapas de la atomización: la formación de la película, la formación de los ligamentos, finalmente la atomización. Otros aportan conocimiento acerca de la densidad de partículas formadas, por medio de modelos estocásticos.

Sin embargo, aún no se han realizado modelos físicos que se describan a través de números adimensionales y que representen el proceso en función de las condiciones de operación que aseguren el mejor desempeño. Esto ayudaría a conocer las zonas de formación de película (capa delgada formada sobre el disco rotativo); el alargamiento de la película (zona de líquido que se alarga debido a la fuerza centrífuga); y la zona de desprendimiento de gotas (zona última del alargamiento donde el líquido se separa en gotas), dependiendo de las condiciones de operación y las propiedades de los líquidos.

3) Hipótesis

Aplicando parámetros adimensionales al proceso de atomización centrífuga, será posible encontrar las condiciones que describan cada una de las etapas, así como zonas donde todas las etapas se llevan a cabo de manera simultánea.

De acuerdo a la literatura, los números de Reynolds bajos en el flujo de fluidos hacia el disco, al ser bajo aumentarán la formación de la película, al ser altos, disminuirán la zona de película para dar paso a la zona de ligamentos. Con números de Weber altos la aparición de ligamentos sería menor que si se tienen números de weber bajos. Por otro lado, al trabajar con números de Strouhal altos, que se relaciona directamente con las fuerzas centrífugas, se tendrán menor formación de ligamentos a comparación de Strouhal grandes.

4) Objetivos

Diseñar y construir un modelo físico de la atomización centrífuga.

Caracterizar las zonas del proceso, por medio de videos y fotografías que muestren a detalle el comportamiento del fluido bajo condiciones de operación descritas en términos de números adimensionales.

Determinar, por medio de gráficas, las zonas de formación de las etapas: formación de película, formación de ligamentos, formación de gotas (atomización), en función de números adimensionales.

Generar correlaciones que permitan calcular la longitud de la zona de alargamiento en función de números adimensionales. Esto permitirá predecir la formación de gotas.

5) Metas

- Modelo físico del atomizador centrífugo
- Mapa de zonas en función de los parámetros de operación y números adimensionales
- Correlación de la longitud de la zona de alargamiento en función de los números adimensionales

6) Metodología

1.- La matriz experimental se centra en 5 parámetros que permitirán iniciar el estudio que se propone. Estos son:

	Fluido	Velocidad angular (RPM)	Diámetro de Disco (cm)	Altura de la columna de fluido (cm)	Angulo de incidencia de la columna de fluido (respecto a la horizontal)	Velocidad de la columna de fluido
Valores	*Agua	*3000	*10 *20	*5 *10 *20	*90	*1 m/s *0.5 m/s *0.25 m/s

Esta matriz experimental consta de un total de 18 experimentos. Para esta primera etapa solo se trabajará con agua, 1 velocidad angular, dos diámetros de disco, 3 alturas de caída de la columna, un ángulo de incidencia y tres velocidades de caída de la columna de fluidos, dando un total de 18 experimentos por triplicado para generar valores promedio.

2.- Para todos los experimentos se tomarán videos con al menos 4 fps y se buscará capturar secuencias fotográficas para que sea posible definir las zonas formadas de acuerdo con las condiciones experimentales. Estas fotografías se tomarán desde dos zonas: vista superior y vista lateral.

3.- Por medio de edición de video, así como análisis de imágenes, se determinarán los mecanismos de formación en las tres etapas. El análisis por video permitirá medir los espesores de la película formada en los discos, así como la longitud del alargamiento del fluido. Así mismo, podrá mostrar las zonas donde se hace la formación de gotas. En caso de ser posible, se hará un conteo de gotas, para saber, de forma estadística, cuanto se tiene de producción de polvo. Esto permitirá analizar a detalle el proceso.

4.- Se realizarán mapas de mecanismos presentes en función de los números adimensionales que se tengan. Esto busca delimitar zonas de transición entre las etapas o para saber bajo qué condiciones aparece cada zona.

5.- Durante las semanas que dure la asignatura proyecto, se realizará la búsqueda y selección de bibliografía para que se incorpore al trabajo final.

7) Infraestructura

Se trabajará en el Laboratorio 005.

Será necesario utilizar los siguientes equipos:

- a) Estructura metálica para colocar el dispositivo que sujetará el disco y en donde se llevará a cabo la atomización centrífuga
- b) Motor de 550 W que utiliza corriente directa de 110 V
- c) Sistema de caída de agua con control de nivel (cilindro conectado a una tubería con altura constante de agua para no modificar las condiciones de flujo)
- d) Cámara de video que capture al menos 4 fps y cámara fotográfica
- e) Soporte para cámara de fotográfica
- f) Agua
- g) Disco metálico de 10 cm y 20 cm de diámetro con eje para sujeción
- h) Recipiente recolector de agua.

Ya se cuenta con todos los materiales. En caso de ser necesaria la adquisición de materiales adicionales correría por cuenta propia.

Los equipos mencionados con anterioridad se encuentran disponibles en el Laboratorio de Modelado Físico (005) y están a resguardo del Dr. José Bernardo Hernández Morales. Se adjunta **carta compromiso** de permiso de utilización de equipos para la realización del proyecto.

8) Calendarización o cronograma

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Actividad														
Revisión bibliográfica														
Preparación del modelo físico														
Videos y fotografías del proceso														
Mapas de zonas														
Análisis de correlaciones														
Análisis de resultados														
Escritura de Reporte														

9) Comentarios adicionales.

El tema que se está proponiendo es de importancia para continuar con la línea de trabajo de producción, caracterización y uso de polvos metálicos, los cuales son de amplio uso a nivel industrial y que en México hay pocas empresas dedicadas a ello por la poca información al respecto.

Así mismo, fortalecerá las ramas de Procesos Metalúrgicos, Ingeniería de Materiales y Pulvimetalurgia de la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica con conocimientos novedosos para la comunidad estudiantil.

Los recursos económicos que fueran necesarios para el desarrollo del proyecto correrán a cuenta del responsable del proyecto (Mtro. Juan Carlos Contreras Guzmán)



Facultad de Química
Depto. de Ingeniería Metalúrgica
e-mail: bernie@unam.mx

27 de Julio de 2018

Carta Compromiso

Comité de Estancias Estudiantiles
Presente

Por medio de la presente, hago constar que en las instalaciones del Laboratorio de Modelado Físico, ubicado en el laboratorio 005 del Edificio D de la Facultad de Química de la UNAM, se cuenta con los equipos que requiere el **Mtro. Juan Carlos Contreras Guzmán** para la realización del proyecto denominado **Modelación física de la atomización por centrifugado**. Así mismo, se autoriza al **Mtro. Contreras Guzmán** para su uso, siendo consciente que dichos equipos son parte de los recursos de la UNAM y que es necesario su cuidado y preservación para que puedan ser funcionales en el futuro, por lo que en caso de avería será necesario que el **Mtro. Contreras Guzmán** sea quien se encargue de los gastos de reparación o sustitución del equipo afectado.

Sin más por el momento envío un cordial saludo, quedando atento a cualquier duda o aclaración.

Atentamente

Dr. José Bernardo Hernández Morales