Propuesta de Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica

Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Nombre del proyecto de integración (PI): "Evaluación del desempeño hidrodinámico de un impulsor tipo Norstone® usando Dinámica de Fluidos Computacional"

Modalidad: Proyecto de investigación.

Versión: Primera

Trimestre Lectivo: 21-P

Datos del alumno:

Sánchez Reyes Jorge Isaac Matrícula: 2163034984
isaacsanchez016@gmail.com

Firma:_____

Datos del asesor

Dr. Jorge Ramírez Muñoz
Profesor titular C
Correo: jrm@azc.uam.mx, Teléfono: (55) 53189000, ext. 2195

Firma:_____

Datos del co-asesor

M. en I.P. Román Guadarrama Pérez

Externo. Posgrado en Ciencias Naturales e Ingeniería, UAM-C

Correo: ing.brgp@gmail.com, Cel. 5565185342

Firma:_____

Fecha:
01/10/2021

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Sánchez Reyes Jorge Isaac

Dr. Jorge Ramírez Muñoz

M. en I.P. Román Guadarrama Pérez

Fecha:
01/10/2021

1. Introducción

Durante la operación de mezclado en tanques con agitación mecánica, uno de los problemas menos entendidos es la dispersión de polvos en líquidos. El término dispersión se refiere al proceso de desaglomerar para después homogeneizar un polvo en un medio líquido, de tal forma que el producto final se compone de partículas finas distribuidas uniformemente en todo el medio [1]. Una solución a esta problemática es mediante el uso de dispositivos capaces de inducir la energía suficiente para romper los aglomerados y distribuirlos de manera homogénea. Estos dispositivos son comúnmente llamados Impulsores de Alto Corte (IAC), sin embargo, los criterios para su selección, e incluso su diseño, están basados en la experiencia de los ingenieros de procesos y en la información técnica de los proveedores, así sus aplicaciones son para casos muy particulares, y difícilmente podría replicarse su comportamiento bajo condiciones de operación diferentes.

Con base en lo anterior, resulta de interés avanzar en el conocimiento del desempeño de los IAC partiendo de las ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos. Tradicionalmente, se han empleado ecuaciones de diseño basadas en correlaciones empíricas [2]. Estos métodos dan buenos resultados en la obtención de parámetros de macro-mezclado, por ejemplo, consumo de potencia y bombeo. Sin embargo, no pueden proporcionar información sobre fenómenos locales, por ejemplo, la disipación de energía en el volumen barrido del impulsor, misma que resulta de interés, debido a que en procesos de dispersión sólido-líquido determina la máxima eficiencia en la desaglomeración de partículas [3].

En este trabajo se realizará un estudio sobre la hidrodinámica inducida por el IAC tipo Norston® en un tanque cilíndrico sin bafles. Mediante el uso de Dinámica de Fluidos Computacional, la cual se ha convertido en una herramienta bastante útil para el diseño y escalamiento de procesos industriales, se evaluarán el consumo de potencia, el bombeo, la disipación de energía en la zona barrida por el impulsor, y el patrón de flujo en el interior del tanque. Los resultados numéricos serán validados con mediciones experimentales de consumo de potencia.

Fecha:
01/10/2021

2. Antecedentes

De acuerdo con la revisión del estado del arte, sobre Impulsores de Alto Corte, se encontraron algunos trabajos relacionados con la desaglomeración de partículas sólidas en medio líquido, los cuales se discuten a continuación.

La tasa de ruptura de aglomerados fue investigada por Xie et al. [4] y Xie et al. [5]. Para ello, los autores utilizaron impulsores convencionales (conocidos por proporcionar alto bombeo y bajos niveles de corte), y un impulsor de alto corte EkatoMizer de dientes de sierra, y evaluaron la desaglomeración de partículas sólidas de Aerosil® 200V en agua, en el régimen de flujo turbulento. El impulsor tipo EkatoMizer se utilizó individualmente y en combinación con los otros impulsores. Con un método calorimétrico estimaron la potencia suministrada, para cada una de las combinaciones de los impulsores, la cual relacionaron con el tamaño promedio final de partículas. Los autores reportan que la tasa de generación de agregados finos es controlada por la disipación de energía, en otras palabras, por la fuerza de cizalla (esfuerzo de corte) producida por el impulsor de alto corte, esta información es de utilidad pues sabemos que la función de los dientes en este tipo de impulsores es promover el flujo axial y el corte sin embargo a altas velocidades estos dientes crean una barrera o zona plana alrededor de el disco lo cual reduce la velocidad del fluido siendo esto desfavorable para el mezclado, en cambio la geometría del impulsor Norston favorece la velocidad y el corte por lo que se espera observar mejores resultados de mezclado.

Ramírez-Gómez et al. [6] realizó un análisis sobre diferentes criterios para comparar el desempeño global de impulsores en cuanto a su efectividad para maximizar el cizallamiento que inducen en el fluido. Entre los criterios destaca la razón NP/NQ, es decir, la relación entre el consumo de potencia y bombeo. Los autores reportan que, al comparar dos impulsores con el mismo diámetro, el impulsor de alto corte más apropiado es aquel que exhibe valores más altos de NP/NQ; a la misma potencia inyectada. Atribuyendo este hecho a que, el impulsor que tiene mayor velocidad

periférica para una misma potencia inyectada debe inducir un gradiente de velocidad o velocidad de deformación más elevado lo que induce un cizallamiento de mayor magnitud, esto resulta de interés pues en el proyecto a presentar se utilizara la misma relación para evaluar la eficiencia del impulsor, pues nos interesa obtener el mejor rendimiento de mezclado utilizando la menor cantidad de energía, del mismo modo estos parámetros (NP y NQ) nos ayudarán a validar la información que se obtenga por parte de las simulaciones a realizar en CFD.

Ramírez-Muñoz et al. [7] utilizaron herramientas de CFD para obtener la disipación de energía inducida por el IAC tipo Hockmeyer® de dos anillos y la turbina Rushton, y la relacionaron con su capacidad para reducir el tamaño de partículas sólidas. Dentro del dominio computacional, se construyeron dos regiones dentro del volumen barrido por el impulsor, las cuales definieron como el volumen barrido por las cuchillas (o la barrida por las paletas en el caso de la turbina Rushton) y el volumen barrido por el centro del impulsor. A partir de los resultados numéricos, encontraron que el volumen barrido por las cuchillas (o paletas) es la región en la que se disipa una mayor cantidad de energía. Por lo tanto, los autores sugieren esta región como efectiva, para desaglomeración de partículas, en procesos de dispersión, lo cual resulta importante para este proyecto pues a pesar de que los resultados que se obtuvieron en estos trabajos fueron para otro tipo de impulsores estos ya han sido validados de igual forma con resultados experimentales, por lo que se pretende seguir un procedimiento similar para la discretización de elementos.

3. Justificación

Debido a que la información que se tiene sobre los Impulsores de Alto Corte en su mayoría, proporcionada por los vendedores, quienes siempre destacan las ventajas de su producto sobre otros, con base en información técnica obtenida en condiciones ideales de operación, lo que no garantiza su mismo desempeño en condiciones reales a escala industrial, en este trabajo se hace un estudio, mediante

herramientas de Dinámica de Fluidos Computacional, de un impulsor de alto corte tipo Norston® muy comúnmente usado a nivel industrial, el objetivo del estudio consiste en evaluar parámetros hidrodinámicos globales y locales, por ejemplo consumo de potencia y disipación de energía, respectivamente, que permitan el entendimiento del proceso de desaglomeración inducido por el impulsor.

4. Objetivos

Objetivo general: Analizar la hidrodinámica inducida por el impulsor tipo Norston® en un tanque sin bafles mediante el uso de Dinámica de Fluidos Computacional (ANSYS-Fluent).

Objetivos particulares:

Realizar los dibujos necesarios de la geometría del sistema de mezclado en algún software de dibujo.

Caracterizar la hidrodinámica mediante parámetros globales y locales obtenidos mediante simulación numérica.

Validar los resultados numéricos usando mediciones experimentales de potencia obtenidas previamente.

5. Metodología

5.1 Construcción del dominio computacional

Se utilizará el software Inventor® para digitalizar la geometría del sistema de mezclado (tanque y agitador). Mediante el software Meshing® se construirá el dominio computacional o malla.

5.2 Modelos de flujo

Se definirán las ecuaciones gobernantes del flujo tridimensional y transitorio en

el interior del tanque.

5.3 Condiciones iniciales y de frontera

Se establecerán condiciones iniciales y de frontera para las ecuaciones que gobiernan el flujo en el sistema de mezclado.

5.4 Esquemas de discretización

Se especificarán los esquemas de discretización que darán solución a las ecuaciones gobernantes.

5.5 Cálculo de parámetros hidrodinámicos

Se planteará el cálculo de parámetros hidrodinámicos, estos son:

5.5.1 Número de potencia

5.5.2 Número de bombeo

5.5.3 tiempo de mezclado

5.5.4 Patrón de flujo

5.5.4 Tasa de disipación de energía

5.6 Validación de resultados numéricos

5.6.1 Se validarán los resultados numéricos con mediciones experimentales de consumo de potencia. (estás mediciones ya fueron obtenidas previamente)

6. Normatividad

No hay normas que apliquen al uso de los impulsores o simulaciones.

7. Cronograma de actividades

UEA para la que se solicita autorización:

Fecha:
01/10/2021

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del trimestre 21-O	**Semanas**											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	Dibujar las piezas y los planos de las piezas del sistema a estudiar en Inventor.	x	x	x	x								
2	Definir el número de elementos del dominio computacional.				x	x	x						
3	Realizar el mallado de las piezas a estudiar.							x	x	x			
4	Realizar la simulación en el software CFD Fluent.										x	x	x

	Actividades del trimestre 22-I	**Semanas**											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
5	Realizar el análisis de los resultados que se obtuvieron en el punto 4.	x	x	x	x								
6	Volver a realizar las simulaciones de ser necesario					x	x	x					
7	Elaboración del reporte final.					x	x	x	x	x	x	x	
8	Entrega del reporte final.												x

8. Entregables

- Dibujos de:
  - Impulsores

Fecha:
01/10/2021

    - Flechas
    - Tanque
- Reporte final del proyecto de integración.
    - Simulación de los elementos en el software de CFD Fluent

9. Referencias bibliográficas

[1] Nienow A. W., 1992, “Chapter 16 - The suspension of solid particles”, *Mixing in the Process Industries*, N. Harnby, M. F. Edwards, and A. W. Nienow, Eds. Oxford: Butterworth-Heinemann, pp. 364–393.

[2] Soroa M. M. Z., 1998, “Efecto de la agitación en la polimerización en emulsión,” Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea, Lejona, España.

[3] Ramírez-Muñoz J., García-Cortés D., Colín-Luna J. A., and Tapia-Medina C. R., 2016, “Efecto de la Evolución del Vórtice sobre los Parámetros Hidrodinámicos de un Sistema de Dispersión Mecánica de Pigmentos,” *Inf. Tecnológica*, vol. 27, no. 4, pp. 145–154.

[4] Xie L., Rielly C. D., Eagles W., and Özcan-Taşkin G., 2007, “Dispersion of Nano-Particle Clusters Using Mixed Flow and High Shear Impellers in Stirred Tanks,” *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 85, no. 5, pp. 676–684.

[5] Xie L., Rielly C. D., and Özcan-Taşkin G., 2008, “Break-Up of Nanoparticle Agglomerates by Hydrodynamically Limited Processes,” *J. Dispers. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 4, pp. 573–579.

[6] Ramírez-Gómez, R., García-Cortés, D., Martínez-de Jesús, G., González-Brambila, M., Alonso, A., Martínez-Delgadillo, S. A., and Ramírez-Muñoz, J., 2015, “Performance Evaluation of Two High-Shear Impellers in an Unbaffled Stirred Tank,” *Chem. Eng. Technol.*, vol. 38, no. 9, pp. 1519–1529.

[7] Ramírez-Muñoz J., Martínez-de-Jesús G., Soria A., Alonso A., and Torres L. G., 2016, “Assessment of the effective viscous dissipation for deagglomeration processes induced by a high shear impeller in a stirred tank,” *Adv. Powder Technol.*, vol. 27, no. 5, pp. 1885–1897.

Fecha:
01/10/2021

11. Terminología

No aplica.

12. Infraestructura

El grupo de investigación del Dr. Jorge Ramírez Muñoz cuenta con computadoras capaces de ejecutar las simulaciones necesarias para la realización de este trabajo.

13. Asesoría complementaria

No es necesaria.

14. Publicación o difusión de resultados

Parte de los resultados obtenidos en este trabajo pueden ser presentados en el XLIII Congreso Nacional de la AMIDIQ.

Evaluación del desempeño hidrodinámico de un impulsor tipo Norstone® en la desaglomeración de partículas			
COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Pág.	Comentario	Pág.	Acción
*	Faltas de ortografia	*	Se corrigieron faltas de ortografía

Fecha:
01/10/2021

1	El título y los objetivos no son totalmente congruentes entre sí. Revisar los alcances que se mencionan y homogeneizar	1	Se cambió el título de acuerdo a los objetivos.
4	La introducción no debe rebasar la extensión de una cartilla.	3	Se corrigió la introducción para que cumpliera el formato.
5	No se indica en cada referencia citada, cuál será el aporte o la importancia hacia el proyecto que se propone realizar. Se observa que es un resumen de los trabajos.	4-5	Se añadió la importancia de cada una de las referencias.
5	Una parte significativa de este párrafo se repite de los capítulos anteriores. Se sugiere dejar únicamente lo relativo a la justificación del proyecto.	5-6	Se corrigió y se dejó lo relevante a la parte de la justificación.
5	Revisar en la redacción el uso de comas.	5-6	Se corrigió la redacción.
6	Revisar el tiempo de la redacción.	5-6	Se corrigió la redacción.
6	Redacción.	5-6	Se corrigió la redacción.

Fecha:
01/10/2021

6	Revisar la congruencia con el título en los alcances, también con los particulares.	6	Se corrigieron los objetivos.
6	Debido a que es conocido que la UAM no cuenta con licencia divisional de ANSYS, se recomienda cuidar que se cuente con la licencia adecuada.	6	Se cuenta con la licencia de ANSYS.
6	No usar viñetas.	6	Se quitaron las viñetas
6	¿Esto es un trabajo experimental o es un trabajo de consulta de documentos? Si es experimental, ¿Dónde se realizará?	6	No es un trabajo experimental, es un trabajo de investigación.
6	¿Ya se cuenta con esta información experimental o se va a obtener?	6	Ya se cuenta con la información experimental, sin embargo se corrigió el objetivo.
6	Conforme a la Guia, elegir la sección que ha de desarrollarse y corregir este documento. No puede decirse que no aplica.	6-7	Se añadió la sección de metodología, correspondiente al tipo de proyecto.
6	Buscar la normatividad que aplique a la	7	No se encontraron normas correspondientes a

Fecha:
01/10/2021

	aplicación de dispositivos semejantes. O normatividad aplicable a las simulaciones semejantes.		las simulaciones o a el uso de impulsores.
7	¿A quién se le va a solicitar?	8	Se cambiaron los objetivos por lo que esta parte ya no figura.
7	Es incorrecto.	8	Se corrigió al trimestre adecuado.
8	No cumple el formato ASME indicado en la guía.	9	Se corrigieron los formatos de las referencias para cumplir el formato ASME.
9	¿Se cuenta con el acceso autorizado a la Unidad?¿Que se hará si no se puede ingresar a la Unidad?¿Se van a retirar los equipos de la unidad?	10	No se requiere acceso a la unidad puesto que las computadoras son propiedad de mi asesor, aparte de que puede acceder a ellas de forma remota.
9	No es necesaria	10	Se corrigió el texto en el apartado de Asesoría complementaria.

Fecha:
01/10/2021