Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Nombre del proyecto:

Efecto de la geometría de los deflectores en el consumo de potencia de tanques agitados

Modalidad: Proyecto de Investigación

Versión: Primera

Trimestre Lectivo: 21I

Datos del Alumno

Nombre: Mendez Lopez Angel

Matricula: 2152001700

Correo: al2152001700@azc.uam.mx

Firma: _____

Asesor: Dr. Sergio Alejandro Martínez Delgadillo

Profesor Titular C, Departamento de Energía

Tel. 53 18 90 44 Correo electrónico: samd@azc.uam.mx

Firma del asesor: _____

Co-Asesor: Dr. Helvio Ricardo Mollinedo Ponce de León

Instituto Politécnico Nacional. UPIITA. Profesor Titular C. Departamento de Ingeniería.

Tel. 55 3150 6119 Correo electrónico: hmollinedop@ipn.mx

Firma del Co-Asesor: _____

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.

Mendez Lopez Angel.

Dr. Sergio Alejandro Martínez Delgadillo.

Dr. Helvio Ricardo Mollinedo Ponce de León

1. Introducción

El mezclado en la industria es de suma importancia, ya que es una parte importante de múltiples procesos industriales, como lo son industria química, biotecnología, tratamiento de aguas residuales, industria alimenticia, etc. Al ser uno de los pasos que mayor energía consume en muchos procesos industriales es necesario aumentar la eficiencia del mezclado, la cual depende de una cantidad considerable de parámetros geométricos relativos al tanque de mezclado, así como de las propiedades fisicoquímicas de las substancias a mezclar, es por ello que se hace necesario aumentar el desempeño de los sistemas sin afectar las propiedades deseables de los productos finales del proceso.

En el presente proyecto, se evaluará el efecto de la localización de los deflectores a diferentes distancias de la pared, en el mezclado, en tanques agitados con impulsores de tipo álabes inclinados, o Pitch Blade Turbine (PBT). Para evaluar su efecto en el tiempo de mezclado, campos de velocidad, consumos de potencia y eficiencia de bombero. Para estudiar los diferentes arreglos de deflectores, se realizarán simulaciones mediante Dinámica Computacional de Fluidos (CFD), la cual es una rama de la dinámica de fluidos, que mediante el método de volúmenes finitos discretiza un medio continuo para obtener un dominio discreto utilizando una malla, para la cual las propiedades del elemento a analizar estarán definidas en los nodos de dicha malla.

En la figura 1 se puede observar un arreglo para la obtención de datos experimentales, el cual consta de un tanque agitado, con un motor de velocidad variable, conectado en serie a una computadora para el registro del consumo de potencia de dicho motor.

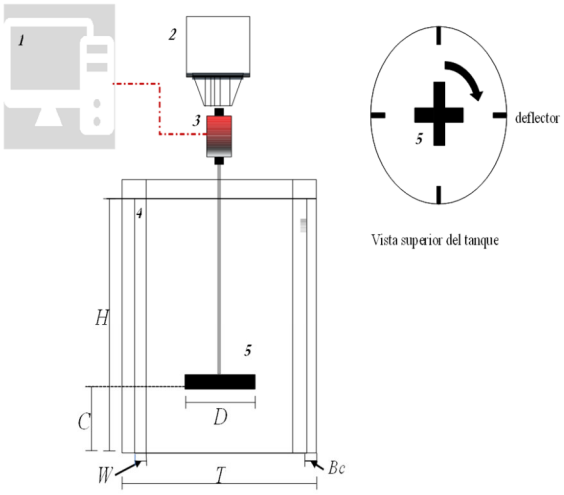

Figura 1. Tanque agitado con deflectores e impulsor PBT. (1) Computadora. (2) Motor de velocidad variable. (3) Torquimetro. (4) deflectores. (5) Impulsor.

2. Antecedentes

Dentro de las operaciones unitarias en diferentes procesos industriales se encuentra el mezclado. El mezclado en tanques agitados es de suma importancia para homogeneizar los contenidos dentro de los tanques, disminuir las diferencias de temperatura o concentración en los mismos. Diferentes procesos en la industria. Un mezclado eficiente disminuye, por ejemplo, los tiempos de reacción en los reactores químicos, mezclado de pinturas, entre otras aplicaciones. El mezclado se lleva a cabo mediante impulsores o turbinas que se colocan dentro del tanque agitado el cual, en muchas aplicaciones industriales, cuenta con deflectores que sirven para romper el vórtice, el cual puede afectar el proceso de mezclado que consume una parte importante de la energía que utilizan los procesos industriales, por lo qué, es importante diseñar o modificar tanque, con la finalidad de reducir consumo de potencia. En otros trabajos [1, 2] se ha encontrado que modificando la separación del deflector afecta el proceso de mezclado, en cuanto al depósito de sólidos en la pared del tanque. Sin embargo, se utilizó otro tipo de impulsores llamados MAXBLEND, además de que no se evaluó el efecto en el consumo de potencia, tiempo de mezclado y eficiencia de bombeo. Con base en lo anterior, en el presente trabajo, se evaluó el desempeño de dos diferentes variaciones en la estructura de un impulsor muy utilizado de paletas inclinadas o PBT (Pitched Blade Turbine). Se realizaron diferentes simulaciones mediante Dinámica Computacional de Fluidos (CFD) y se evaluó el Numero de potencia (N_P), el Numero de Bombeo (N_Q), la distribución de presiones en los impulsores entre otros parámetros para caracterizar su desempeño.

3. Justificación

La necesidad de reducir los consumos de potencia en los procesos de mezclado en tanques agitados a nivel industriales es de primordial importancia. Algunos de los factores que afectan el consumo de energía en son, por ejemplo, el tipo de impulsores, así como la geometría de los tanques. En este último caso, los deflectores dentro de los tanques juegan un papel muy importante ya que reducen la formación de vórtices, lo que puede afectar el mezclado. Por tal razón, se evaluará el desempeño del proceso de mezclado con impulsores de amplio uso industrial como es de alabes inclinados (Pitched Blade Turbine o PBT) y en tanques con 4 deflectores, los cuales se colocarán a diferentes distancias de la pared del recipiente, con la finalidad de analizar su efecto en mezclado. Se evaluará el consumo de potencia mediante la evaluación del torque, el bombeo, así como el tiempo de mezclado para las diferentes distancias de separación del deflector, con la finalidad de encontrar los menores consumos de potencia y tiempos de mezclado.

4. Objetivos

Objetivo General

Evaluar el desempeño de tanques agitados con impulsores PBT, con deflectores colocados a diferentes distancias de la pared del tanque.

Objetivos particulares

- Evaluar consumo de potencia mediante la evaluación del torque, a las diferentes distancias de separación del deflector.
- Cuantificar el tiempo de mezclado a las diferentes distancias de separación del deflector.

- Evaluar el bombeo del impulsor PBT a las diferentes distancias de separación del deflector.
- Verificar la eficiencia de bombeo a las diferentes distancias de separación del deflector.

5. Metodología

Se generarán modelos en 3D los componentes con los deflectores separados a diferentes distancias de las paredes del tanque mediante Solidworks. Los modelos se mallarán con tres diferentes tipos de mallas; gruesa, media y fina, con la finalidad de hacer el estudio de independencia de malla. Se revolverán mediante análisis CFD, utilizando el modelo de turbulencia κ-ε realizable. La Malla que indique que ya no existe efecto del número de elementos de malla, en los resultados. Se utilizará para realizar los diferentes estudios. Se evaluará el consumo de potencia a las diferentes geometrías, es decir a las diferentes separaciones de los deflectores del tanque, mediante el cálculo del torque. Así mismo, para cada caso se evaluará el bombeo del impulsor a cada geometría probada. Se obtendrán los contornos de los campos de velocidad en el tanque y en las zonas de descarga, cercanas al impulsor, para cada caso. Se calcularán los números de potencia N_P con base en la ecuación 1.

$$N_P = \frac{P}{\rho\, N^3\, D^5} \tag{1}$$

Donde:
$P = 2\pi\, N\, T$ [3] es la potencia en la flecha (W); *N*= las revoluciones por segundo del impulsor (rps); *T* = Torque (N m); y ρ = la densidad (kg·m^{-3}) y D es el diámetro de impulsor (m).

Así mismo, se obtendrá el número de bombeo N_Q (ecuación 2) para comparación con los tanques convencionales.

(2)

$$N_Q = \frac{Q}{N\, D^3} \tag{2}$$

Dónde:
Q es el flujo volumétrico que pasa a través del impulsor ((m^3 s^{-1}). La eficiencia de bombeo (η) se evaluará mediante la ecuación 3 [4, 5]:

$$\eta = \frac{N_Q}{N_P} \tag{3}$$

También, se realizarán pruebas, para evaluar el efecto de la separación de los deflectores en el tiempo de mezclado θ_{95}, el cual se calculará mediante la evaluación de la uniformidad (U) con la ecuación 4.

$$\mathrm{U} = 1 - \frac{\sigma_{c^*(t)}}{\overline{c^*(t)}} \tag{4}$$

Donde $\sigma_{c^*(t)}$ es desviaciòn estándar de la concentración del trazador normalizada y $\overline{c^*(t)}$ es el promedio de la concentración normalizada. La concentración normalizada del trazador en función del tiempo (c*(t)), se define en la ecuación 5**.**

$$c^*(t) = \frac{c(t) - c(t_0)}{c(t_\infty) - c(t_0)} \tag{5}$$

Donde;
c(t) es la concentración del trazador a diferentes tiempos (mg/L); $c(t_0)$ es la concentración del trazador al tiempo cero (mg/L) y $c(t\infty)$ es la concentración del trazador a tiempo en que se estabiliza la concentración, final de la prueba (mg/L).

Se realizarán las simulaciones con in criterio de convergencia de 1·10−5. Se obtendrán los parámetros antes citados y se realizará el análisis los resultados obtenidos, para elaborar el informe final.

6. Normatividad

No Aplica

7. Cronograma de actividades

UEA para la que se solicita autorización: Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I

Actividades del trimestre 22P	Semana										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
I. Revisar bibliografía											
II. Diseñar las estructuras a probar y generar Mallado.											
III. Realizar pruebas de independencia de Malla.											
IV. Ejecutar las Simulaciones a las diferentes separaciones de los deflectores. Para obtener $P, N_P,\ N_Q$, U, entre otros parámetros.											
V. Analizar y procesar los Resultados.											
VI. Elaborar el Reporte final.											

8. Entregables

Resultados de simulaciones a las diferentes distancias del deflector que deberán incluir:

-Estudio de independencia de malla-Criterios de convergencia

-Figuras con los campos de velocidad, vorticidad, intensidad de turbulencia.

-Resultados del torque, tiempo de mezclado, Numero de potencia, Numero de Bombeo y eficiencia de bombeo para cada caso.

-Reporte Final

9. Referencias Bibliográficas.

1. Nagata, S. *Mixing: Principles and Applications*; Halsted Press, 1975
2. Eri S, *Effect of Baffle Clearance on Scale Deposition in an Agitated Vessel*; American Chemical Society, 2021
3. Zhang, Y., Gao, Z., Li, Z., & Derksen, J. J. (2017). Transitional Flow in a Rushton Turbine Stirred Tank. AIChE Journal, 63(8), 3610–3623. https://doi.org/10.1002/aic.15809
4. G. Mittal and R. Issao Kikugawa, "Computational fluid dynamics simulation of a stirred tank reactor," Mater. Today Proc., vol. 46, pp. 11015–11019, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.MATPR.2021.02.102.
5. J. Aubin, P. Mavros, D.F. Fletcher, J. Bertrand, C. Xuereb, Effect of axial agitator configuration (up-pumping, down-pumping, reverse rotation) on flow patterns generated in stirred vessels, Chem. Eng. Res. Des. 79 (2001) 845–856. doi:10.1205/02638760152721046.

10. Terminología

No aplica

11. Infraestructura

No aplica

12. Asesoría complementaria

No Aplica.

13. Publicación o difusión de los resultados.

Ponencia en Congreso Nacional.