

Mezcla de líquidos miscibles. La mezcla de líquidos miscibles en un tanque es un proceso rápido si el régimen de flujo es turbulento.

El tiempo de mezcla puede, por tanto, predecirse a partir de las correlaciones para el flujo total producido por distintos rodets. Para una turbina estándar de seis palas.

$$q = 0,92nD_a^3 \left(\frac{D_t}{D_a} \right) \quad (9.30)$$

$$t_T \approx \frac{5V}{4} = 5 \frac{\pi D_t^2 H}{4} \frac{1}{0,92nD_a^2 D_t} \quad (9.31)$$

o bien

$$nt_T \left(\frac{D_a}{D_t} \right)^2 \left(\frac{D_t}{H} \right) = \text{cte} = 4,3 \quad (9.32)$$

Para un tanque y agitador dados, o para sistemas geoméricamente semejantes, el tiempo de mezcla predicho es inversamente proporcional a la velocidad del agitador, lo cual se ha confirmado mediante estudios **experimentales**^{9, 24}. En la Figura 9.16 se presentan los resultados para distintos sistemas, representando nt_T frente a N_{Re} . Para una turbina con $D_a/D_t = 1/3$ y $D_T/H = 1$ el valor de nt_T es 36 para $N_{Re} > 10^3$, y el valor predicho es de 38.

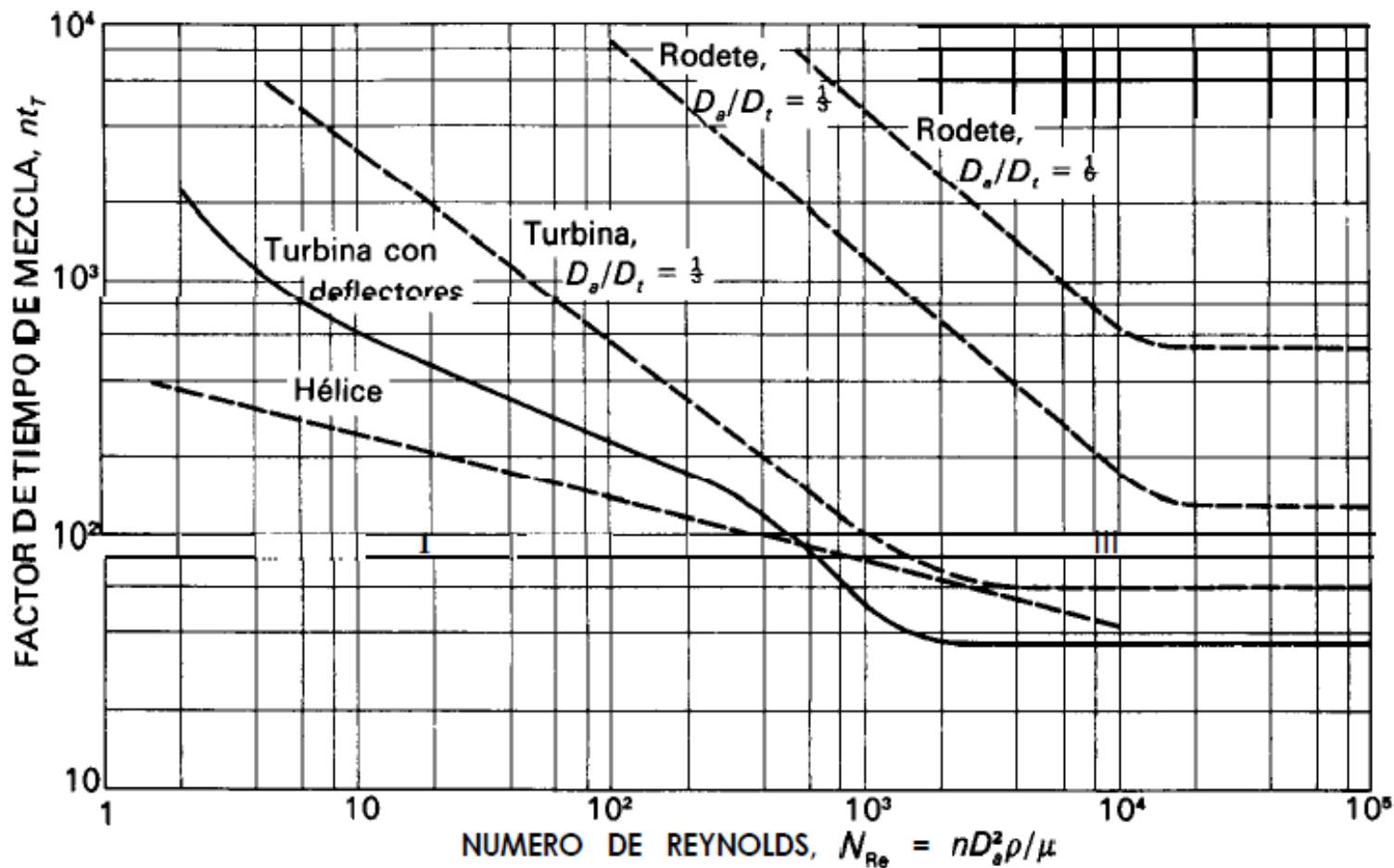


Figura 9.16. Tiempos de mezcla en tanques agitados. Las líneas de trazos son para tanques sin placas deflectoras; la línea continua es para un tanque con placas deflectoras.

Ejemplo 9.4. Un tanque agitado de 6 pies (1,83 m) de diámetro contiene una turbina de seis palas rectas de 2 pies (0,61 m) de diámetro, situada un diámetro del rodete por encima del fondo del tanque, y que gira a 80 rpm. Se ha propuesto este tanque para neutralizar una disolución acuosa diluida de NaOH a 70°F con una cantidad estequiométricamente equivalente de ácido nítrico concentrado (HNO₃). La altura final del líquido en el tanque ha de ser 6 pies (1,83 m). Suponiendo que todo el ácido se añade al tanque de una vez, ¿cuánto tiempo se requiere para que la neutralización sea completa?

SOLUCIÓN

Se utiliza la Figura 9.16. Las cantidades que se necesitan son

$$D_t = 6 \text{ pies} \quad D_a = 2 \text{ pies} \quad E = 2 \text{ pies}$$

$$n = \frac{80}{60} = 1,333 \text{ r/s}$$

Densidad del líquido: $\rho = 62,3 \text{ lb/pie}^3$ (Ap. 14)

Viscosidad del líquido: $\mu = 6,6 \times 10^{-4} \text{ lb/pies-s}$ (Ap. 14)

El número de Reynolds es

$$N_{Re} = \frac{nD_a^2\rho}{\mu} = \frac{1,333 \times 2^2 \times 62,3}{6,60 \times 10^{-4}} = 503\,000$$

A partir de la Figura 9.16, para $N_{Re} = 503\,000$, $nt_T = 36$. Por tanto

$$t_T = \frac{36}{1,333} = 27 \text{ s}$$

Mezclado de sólidos y pastas

El mezclado implica la interposición de dos o más componentes separados para formar un producto más o menos uniforme.

En el mezclado de pastas y polvos, el producto suele constar de dos o más fases fácilmente identificables. A partir de un producto «bien mezclado» de este tipo, las pequeñas muestras tomadas al azar diferirán notablemente en su composición.

En la práctica industrial la prueba de un mezclador (eficacia) reside en las propiedades finales del material mezclado. Por ejemplo, una pasta «bien mezclada» es la que tiene las propiedades necesarias: uniformidad visual, elevada resistencia, velocidad de combustión uniforme o cualquier otra característica deseada.

Tipos de mezcladores. El equipo de mezclado para pastas, caucho y masas plásticas se utiliza cuando el material es demasiado viscoso o plástico para fluir fácilmente hasta la zona de succión de un agitador y no se pueden crear corrientes de flujo. En estos casos, el material tiene que ser conducido hasta el agitador,

Los mezcladores para polvos secos comprenden máquinas que se utilizan también para pastas duras y otras que están restringidas para polvos que fluyen libremente. La mezcla tiene lugar debido a la agitación a baja velocidad por el agitador, o por deslizamiento centrífugo e impacto.

Criterios de eficacia de un mezclador: índice de mezcla. El funcionamiento de un mezclador industrial se caracteriza de acuerdo con el tiempo que se requiere, la carga de energía y las propiedades del producto final. La relación entre el dispositivo de mezclado y las propiedades deseadas para el material mezclado varía ampliamente de un caso a otro. A veces se requiere un muy alto grado de uniformidad, otras una rápida acción de mezclado o, incluso, un consumo mínimo de energía.

El grado de uniformidad de un producto mezclado, medido por el análisis de un número de muestras puntuales, es una medida válida de la eficacia del mezclado. Los mezcladores actúan sobre dos o más materiales separados para interponerlos, casi siempre, en una distribución al azar. Una vez que uno de los materiales está distribuido al azar en el otro, se puede considerar que la mezcla es completa. Tomando como base estos conceptos, para medir el mezclado de pastas se ha desarrollado un procedimiento estadístico en la forma que se indica a continuación.

Considérese una pasta a la que se ha añadido algún tipo de material trazador fácilmente analizable, siendo p la fracción media global de trazador en la mezcla. Tómese un pequeño número de pequeñas muestras al azar en varios puntos de la pasta mezclada y determínese la fracción de trazador X_i en cada uno de ellas. Sea N el número de muestras puntuales y X el valor medio de las concentraciones medidas. Cuando N es muy grande, X será igual que p , mientras que cuando N es pequeño ambas magnitudes pueden ser apreciablemente diferentes. Si la pasta estuviese perfectamente mezclada (y cada uno de los análisis fuese perfectamente exacto), cada valor medido de X_i sería igual a X . Si la mezcla no es completa, los valores medidos de x_i difieren de X y su desviación estándar con respecto al valor medio de X es una medida de la calidad de la mezcla.

Índice de mezcla para sólidos granulares. La eficacia de un mezclador de sólidos se mide por un procedimiento estadístico muy parecido al utilizado para pastas. Se toman al azar muestras puntuales de la mezcla y se analizan.

En el caso de los sólidos granulares el índice de mezcla se basa, no en las condiciones para mezclado cero, sino sobre la desviación estándar que se observaría con una mezcla perfecta al azar. Para pastas, suponiendo que los análisis sean muy precisos, este valor es cero, pero para sólidos granulares es distinto de cero.

Resumen y adaptación: Leticia Judith Moreno Mendoza

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Mc.Cabe, J. C. Smith, J. C. y Harriot, P. Operaciones Unitarias en Ingeniería, Química. McGraw – Hill.
- ✓ Geankoplis Christie, J. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias, CECSA. Reverté S.A.
- ✓ Perry, Robert H. Perry's Chemical Engineers' Handbook. McGraw – Hill.