

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

Facultad De Ciencias Aplicadas
EAP de Ingeniería Agroindustrial

OPERACIONES UNITARIAS II



AGITACION Y MEZCLADO

FACILITADOR : MSc. Miguel Angel QUISPE SOLANO

MEZCLADO

La mezcla es una distribución al azar de dos o más fases inicialmente separadas.

El término **mezcla**, o mezclado, se aplica a una gran variedad de operaciones que difieren ampliamente en el grado de homogeneidad del material «mezclado».

IMPORTANCIA DEL MEZCLADO

- Mezcla completa de una sustancia con otra
- Mezcla de suspensiones líquidas
- Mezcla de líquidos miscibles
- Floculación
- Transferencia

La operación de mezcla es mucho más difícil de estudiar y describir que la agitación. Los tipos de flujo de la velocidad de un líquido en un tanque agitado, aunque complejos, son bastante definidos y reproducibles. El consumo de potencia se mide fácilmente. Los resultados de los estudios de mezcla, sin embargo, son difíciles de reproducir y dependen en gran medida de cómo se defina la «mezcla» por el experimentador.

MEZCLADO DE SÓLIDOS Y PASTAS

El mezclado de sólidos secos y de pastas viscosas se parece en cierto modo al mezclado de líquidos de baja viscosidad. Ambos procesos, implican la interposición de dos o más componentes separados para formar un producto más o menos uniforme. Algunos de los equipos que se utilizan normalmente para la mezcla de líquidos pueden usarse a veces para mezclar sólidos y pastas, y viceversa.

MEZCLA DE LIQUIDOS

- Depende de la creación de corrientes de flujo que transportan el material no mezclado hasta la zona de mezcla adyacente al agitador.

- Dan lugar a un producto «bien mezclado», que generalmente conduce a una fase líquida homogénea, de la cual, las muestras tomadas al azar tienen todas la misma composición, aun siendo de tamaño muy pequeño.

MEZCLA DE SÓLIDOS

- No se producen tales corrientes y el mezclado de pastas sólidas tiene lugar por otros procedimientos.

- En el mezclado de pastas y polvos, el producto suele constar de dos o más fases fácilmente identificables y las pequeñas muestras tomadas al azar difieren notablemente en su composición.

Una pasta «bien mezclada» es la que tiene las propiedades necesarias: uniformidad visual, elevada resistencia, velocidad de combustión uniforme o cualquier otra característica deseada.

Un buen mezclador es el que produce el producto bien mezclado con el menor coste global.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES A TENER EN CUENTA

1. Espesamiento
2. Adherencia
3. Humectabilidad
4. Viscosidad
5. Densidad

Estos pueden ser notablemente diferentes durante distintos tiempos a lo largo de la operación de mezclado.

MEZCLADORES PARA PASTAS Y MASAS PLASTICAS



Mezcladora ME-800 de 8.000 l de capacidad construida en acero al carbono



Espirales de ME-500 construidas en acero inoxidable, pulido espejo

Mezcladoras horizontales de espirales opuestas ME

Las **mezcladoras de espirales**, están indicadas en aquellos procesos de mezcla tanto de productos sólidos, pastosos, semilíquidos, pulverulentos y granulados en los que se busca un mezclado homogéneo sin producir rotura de las partículas de los elementos de la mezcla.



Mezcladoras de alta turbulencia MT



Las mezcladoras de alta turbulencia están indicadas para producir rápidos procesos de mezcla, por contracorriente, con toda clase de polvos secos, granulados y pastas de baja densidad, en los que se busca una mezcla perfecta utilizando cortos períodos de tiempo sin producir rotura de partículas.

En el diseño del cuerpo y las tapas de estas mezcladoras de alta turbulencia se ha buscado facilitar el acceso al interior de la máquina para disminuir los tiempos empleados en las labores de limpieza.

Si a esto unimos la alta rigidez torsional del eje y los soportes de rodamientos alejados del cuerpo de la máquina, obtenemos un equipo con un bajo número de averías y una muy larga vida útil de funcionamiento.



Mezcladoras bicónicas MBD

Las mezcladoras bicónicas están indicadas para procesos de homogenización de productos sólidos y granulados en los que se busca un mezclado íntimo y una gran facilidad para los procesos de limpieza.



Este tipo de mezcladoras está especialmente indicado en los procesos de mezcla y homogenización de las industrias químicas, farmacéuticas y de plásticos.

Variando la velocidad de rotación de la máquina, se pueden obtener diferentes grados de homogenización.



CONSUMO DE POTENCIA

Para mezclar masas plásticas espesas se requieren grandes cantidades de energía. El material tiene que ser desgarrado en elementos que se mueven con distintas velocidades, doblado, recombinado y desgarrado de nuevo.

Solamente una parte de la energía suministrada al equipo es directamente utilizada para el mezclado en sí y, en la mayoría de los aparatos, esta parte útil es pequeña. Probablemente los mezcladores que tratan intensamente pequeñas cantidades de material, dividiéndolo en elementos muy pequeños, utilizan más eficazmente la energía que los que operan lentamente con grandes cantidades de material.

Cuanto más corto es el tiempo de mezclado para alcanzar el grado de uniformidad deseado en el material, mayor es la fracción utilizada de la energía comunicada.

La energía que se requiere para accionar un mezclador para pastas y sólidos deformables es muchas veces mayor que la que se necesita para un mezclador de líquidos. La energía suministrada aparece como calor, que ordinariamente tiene que ser eliminado para evitar el deterioro de la máquina o del material tratado.

CRITERIOS DE EFICACIA EN UN MEZCLADOR: INDICE 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.

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.

Para medir el mezclado de pastas se ha desarrollado un procedimiento estadístico en la forma que se indica a continuación.

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N x_i^2 - \bar{x} \sum_{i=1}^N x_i}{N - 1}}$$

Donde:

N: el número de muestras puntuales.

\bar{x} : el valor medio de las concentraciones medidas.

x: Concentración del componente en cada muestra

σ_s : Desviación estándar

Si la pasta estuviese perfectamente mezclada (y cada uno de los análisis fuese perfectamente exacto), cada valor medido de x_i sería igual a \bar{x} . Si la mezcla no es completa, los valores medidos de x_i difieren de \bar{x} y su desviación estándar con respecto al valor medio de \bar{x} es una medida de la calidad de la mezcla.

El valor de σ_s es una medida relativa del mezclado, válida solamente para ensayos de un material específico en un mezclador dado. Su significado varía con la cantidad de trazador en la mezcla; una desviación estándar de 0,001 será mucho más significativa si u es 0,01 que cuando $u = 0.5$. Además, σ_s tiende hacia cero a medida que avanza la mezcla, de forma que un valor bajo indica una buena mezcla.

Antes de que haya comenzado el mezclado, el material a tratar se encuentra como en dos capas, una de las cuales no contiene material trazador y otra formada por sólo el trazador. El análisis de las muestras de la primera capa conduciría a $x_i = 0$, mientras que en la otra capa $x_i = 1$. En estas condiciones la desviación estándar viene dada por:

$$\sigma_0 = \sqrt{\mu(1 - \mu)}$$

Donde μ es la fracción global de trazador en la mezcla.

Indice de Mezclado

Existen diversos índices de mezclado que permiten controlar la uniformidad de la mezcla y comparar el funcionamiento de diversas mezcladoras.

$$M1 = \frac{\sigma_m - \sigma_{\infty}}{\sigma_0 - \sigma_{\infty}}$$

$$M2 = \frac{\log \sigma_m - \log \sigma_{\infty}}{\log \sigma_0 - \log \sigma_{\infty}}$$

$$M3 = \frac{\sigma_m^2 - \sigma_{\infty}^2}{\sigma_0^2 - \sigma_{\infty}^2}$$

Donde:

- σ_{∞} Desviación estándar de una "mezcla perfecta"
- σ_0 Desviación estándar al comienzo de la operación
- σ_m Desviación estándar tomado durante el mezclado

σ_0 Se halla mediante la siguiente formula:

$$\sigma_0 = \sqrt{\mu(1 - \mu)}$$

μ : representa el promedio de la masa o volumen relativo de cada componente de la mezcla

En la practica, el mezclado perfecto (en el que $\sigma_{\infty} = 0$) no se alcanza nunca, pero en una mezcladora eficaz después de un tiempo de funcionamiento razonable este valor llega a ser muy bajo.
 El índice de mezclado M1 se utiliza cuando los componentes se encuentran aproximadamente en igual proporción en masa y/o velocidades de mezclado relativamente lentas.
 M2 cuando uno de ellos se halla en muy poca proporción y/o velocidades de mezclado elevadas.
 M3 se emplea para líquidos y sólidos que se mezclan en forma semejante a M1.

En la practica se calculan todas y se utiliza aquel que se adapta mejor a una determinada mezcla de componentes o un tipo particular de mezcladora.

El tiempo de mezclado e índice de mezclado están relacionados con la siguiente formula:

$$\ln M = -Kt_m$$

K : es la velocidad de mezclado constante, que varia con el tipo de mezcladora y la naturaleza de los componente, y t_m (s) el tiempo de mezclado.

El sistema más común y utilizado en la industria, corresponde a mezclas líquido/líquido. Se han desarrollado procedimientos para diseñar sistemas de agitación para estas mezclas, basados en principios racionales y con un poder predictivo razonable. Para el resto de las mezclas, el diseño es muy dependiente del caso particular y de la experiencia del Ingeniero de Procesos y de pruebas en planta piloto.

Mezcladores estáticos

Aplicaciones típicas:

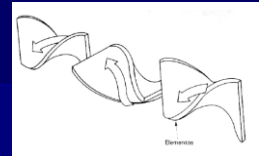
- Adición y mezcla de reactivos en plantas de tratamiento de agua potable.
- Mezcla de líquidos y gases en procesos de la industria petroquímica.
- Difusión y mezcla de oxígeno en cultivos bio-médicos y biológicos.
- Difusión y mezcla de gas/líquido en la industria de bebidas.
- Mezclas de productos en la industria láctea y alimenticia.
- En general en todos los procesos donde se requiera mezclar líquidos y/o gases.
- Eficaces en el mezclado de fluidos de baja viscosidad, con pastas o líquidos viscosos.

Ventajas importantes:

- Bajo costo inicial
- Sin costos de mantenimiento
- Dimensiones reducidas
- Pérdidas de carga ajustadas a cada necesidad
- Muy alta eficacia de mezcla (hasta 99,999 %)
- Alta fiabilidad

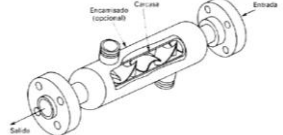
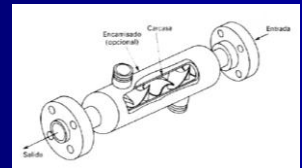


Mezcladores estacion

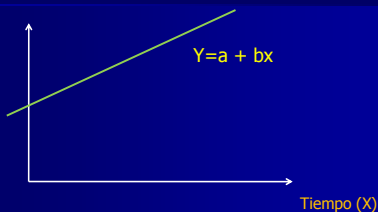


Elemento

Figura: Mezcladores estáticos.



Concentración (Y)



Eficiencia de mezclado = $(\text{°BX leídos} / \text{Concentración teórica}) \times 100$

Tomar Penúltima lectura °BX como tiempo de mezclado