

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES

Existe poca información acerca de la fluidinámica de las partículas. Por lo tanto, es importante realizar más estudios para obtener mayores parámetros y mejor confiabilidad en la predicción de las velocidades mínimas de fluidización. En este trabajo se realizó un estudio de la fluidinámica y el proceso de secado empleando vapor sobrecalentado al vacío. Se realizaron ambos estudios porque ambos temas están ligados y el proceso de secado se realizó en un lecho fluidizado. Actualmente se prefiere el proceso de secado en un lecho fluidizado más que en un lecho estático ya que en el primero, el secado de las partículas es más homogéneo y la velocidad de secado es mayor. Sin embargo, es necesario calcular una velocidad mínima para que las partículas fluidicen.

Este trabajo incluyó una mejora al equipo de experimentación ubicado en la planta piloto de la Universidad de las Américas. Primeramente, esta mejora consistió en evitar que el agua que usa la bomba para generar el vacío se calentara en exceso provocando una disminución excesiva de su eficiencia.

Para solucionar este problema fue necesario instalar un intercambiador de calor al equipo. Como se ha mencionado en el capítulo 3, este intercambiador enfriará el agua que toma la bomba evitando que esta tome agua caliente para generar el vacío.

Cuando el equipo no utiliza el intercambiador de calor solamente es posible trabajar con el hasta 35 minutos. Después de este tiempo el agua alcanza una temperatura de 70°C y la eficiencia de la bomba disminuye muy considerablemente. Además puede ser peligroso que la bomba trabaje con agua a esta temperatura. Con el intercambiador de calor ahora es posible trabajar hasta dos horas seguidas y al agua alcanza una temperatura de 50° C.

después de este tiempo. Por lo tanto podemos concluir que la eficiencia del equipo fue incrementada en forma notable y el desperdicio de agua fue disminuído en forma enorme, ya que anteriormente los tesistas anteriores tenían que cambiar más de 250 litros de agua después de cada experimento para continuar trabajando.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, la calidad del vapor con la que la universidad provee es muy baja. En muchas ocasiones entró al sistema grandes cantidades de agua en forma repentina, aun después de realizar los 50 minutos de purga recomendados por el personal de calderas de la universidad. Para disminuir en algo este problema, se decidió instalar un sistema de purga continua como se ha descrito en el capítulo 6. Después de la instalación de este sistema, las llegadas repentinas de agua disminuyeron y es posible trabajar sin ningún problema cuando el agua que llega del sistema es poca. Sin embargo, cuando la cantidad de agua que llega repentinamente es demasiada, nuestro sistema de purga continua es de poca o nula utilidad y el experimento habrá sido arruinado. Podemos concluir que este sistema de purga continua ha aumentado también la eficiencia del equipo al no permitir que entre agua al sistema cuando esta no es excesiva.

Para la experimentación fluidinámica se utilizó pimienta chica en grano. Este material es ideal para la experimentación, ya que fluidiza fácilmente, no se aglomera y resiste altas temperaturas.

De los experimentos de fluidinámica podemos concluir que la presión de operación tiene un efecto muy notable en la velocidad mínima de fluidización de cualquier partícula. Sin embargo, la temperatura de operación no influye notablemente en la velocidad mínima de fluidización. Para encontrar la velocidad mínima de fluidización es preferible graficar la caída de presión en el lecho más que basarnos en registrar las alturas del lecho, ya que podemos confundirnos pensando que las partículas continúan fluidizando cuando ya no lo

están haciendo. Es necesario saber que la velocidad mínima de fluidización se alcanza cuando todas las partículas empiezan a fluidizar y no solamente algunas.

El manómetro de tetracloruro de carbono usado para medir la caída de presión en la columna es muy impreciso, ya que sus alturas iniciales son constantemente inestables. Se recomienda realizar los experimentos de fluidinámica entre dos personas para hacer las lecturas de las alturas del manómetro más fácilmente.

En este trabajo se desarrolló una expresión empírica para calcular la velocidad mínima de fluidización. Sin embargo, esta expresión está restringida solamente para partículas que tengan una alta esfericidad un rango de densidad de entre 800 y 900 kg/m³, ya que estas son las características que contiene la pimienta chica. Si se desea utilizar una expresión empírica para calcular la velocidad mínima de fluidización se recomienda usar la expresión desarrollada por Patiño [7], ya que él utilizó partículas de diferentes características para desarrollar su expresión.

Los resultados de fluidinámica presentados en este trabajo pueden considerarse confiables, ya que los valores de velocidad mínima de fluidización están muy cerca de los resultados técnicos calculados con la ecuación citada por Chen [1] y la desarrollada por Kozanoglu et al [12]. Para el cálculo de la velocidad mínima de fluidización se recomienda utilizar la ecuación desarrollada por Kozanoglu et al [12] ya que los resultados que se obtienen son de mayor valor a los resultados que se obtienen de la ecuación citada por Chen [1]. Con esto estaremos asegurando que las partículas verdaderamente van a fluidizar.

De los experimentos de secado podemos concluir que, inversamente que en los efectos de los experimentos de fluidinámica, la temperatura influye muy notablemente en el proceso de secado; no así la presión de operación.

Para lograr una remoción alta de la humedad, es necesario aumentar la temperatura de operación en el proceso de secado. Al aumentar la temperatura de operación, también aumentaremos la velocidad de secado. Sin embargo, no es bueno trabajar con temperaturas muy altas, ya que existen demasiadas desventajas en eso. El uso de presiones al vacío es, precisamente para disminuir la temperatura del vapor y alcanzar la condición de vapor sobrecalentado a una temperatura baja. Entre más sea el vacío usado para el proceso de secado, menor será la temperatura a la que será posible trabajar. Por esto mismo, aunque la presión tenga muy poco o nulo efecto en la velocidad de secado o humedad final, siempre será preferible trabajar a presiones bajas para alcanzar temperaturas bajas en el vapor sobrecalentado.

En los procesos de secado, cuando se requiera trabajar a temperaturas bajas y alcanzar velocidades de secado altas, será necesario incrementar la velocidad de fluidización. Al aumentar la velocidad de fluidización, aumentará también la velocidad de secado, sin embargo, la cantidad de humedad final eliminada dependerá solamente de la temperatura. A mayor temperatura será menor la cantidad de humedad final.

Finalmente concluimos que, la eficiencia del proceso de secado con vapor sobrecalentado depende principalmente de la temperatura de operación y la velocidad de fluidización. Sin embargo, será necesario usar presiones por debajo de la presión atmosférica para trabajar con temperaturas bajas y disminuir riesgos de degradación o explosión de determinados productos.