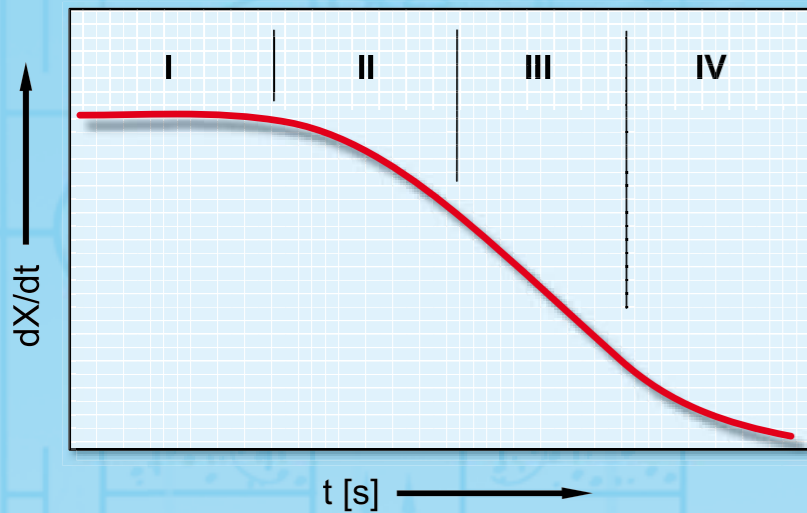


CONOCIMIENTOS BÁSICOS

SECADO

En general se entiende por secado la separación de humedad de sólidos, líquidos o gases. Para el secado de gases y de líquidos se aplica generalmente la adsorción. Un campo de aplicación típico del secado de sólidos es el de la tecnología de alimentos.

En el caso del secado térmico de sólidos se extrae la humedad del material por vaporización. La evolución del secado depende de la forma en que esté presente la humedad en el material. Al principio se evapora el líquido adherido a la superficie del material a secar. Una vez eliminado este líquido, comienza el secado de la humedad contenida en los capilares y los poros. La velocidad de secado va disminuyendo debido a que es necesario superar las fuerzas capilares o la resistencia a la difusión. El agua de cristalización ligada a la estructura cristalina sólo se puede eliminar por calentamiento intenso y a velocidades de secado bajas.



Curva de secado de un sólido con zonas de secado (I-IV):  
 $dX/dt$  velocidad de secado,  
 $X$  contenido de humedad [kg (agua)/kg (sólido seco)],  $t$  tiempo de secado,  
 I humedad superficial, II humedad en capilares, III humedad en poros,  
 IV humedad en la estructura cristalina

Debido a la gran diversidad de materiales húmedos de importancia técnica, cuyos comportamientos de secado pueden ser radicalmente diferentes, en la técnica de secado se aplican muchos de los principios de la ingeniería de procesos.

Se pueden distinguir las siguientes operaciones básicas:

■ Secado por convección

Una corriente de gas transmite por convección el calor necesario para secar el material. Además de aportar calor, el gas sirve también para arrastrar y eliminar la humedad perdida por el material.

■ Secado por contacto directo

El material a secar se deposita o se hace pasar sobre superficies muy calientes. El calor se transmite al material preferentemente por conducción.

■ Secado por radiación

El material a secar absorbe radiación electromagnética emitida por fuentes de radiación (p. ej. radiadores de infrarrojos). El calentamiento y la evaporación se producen en este caso no sólo en la superficie del material, sino también en su interior.

■ Liofilización

La humedad del material húmedo congelado se transfiere, bajo vacío y por debajo del punto triple, directamente del estado sólido al de vapor.

■ Secado por alta frecuencia

El material a secar se dispone entre los electrodos de un condensador de placas y se expone a campos eléctricos de alta frecuencia. Una parte de la energía suministrada es absorbida por el material. Como consecuencia, se calienta el material y la humedad se elimina.

CONOCIMIENTOS BÁSICOS

EVAPORACIÓN

En el ámbito de la ingeniería de procesos térmicos, se entiende por evaporación la separación parcial del disolvente de una solución. Un ejemplo de solución es el agua salina, en la que la sal está disuelta en el disolvente. Por aportación de calor se evapora exclusivamente el disolvente puro (en este ejemplo, agua), que se desprende de la solución y se separa. La solución remanente tiene así una mayor concentración de los sólidos disueltos (sal) que antes de la aportación del calor.

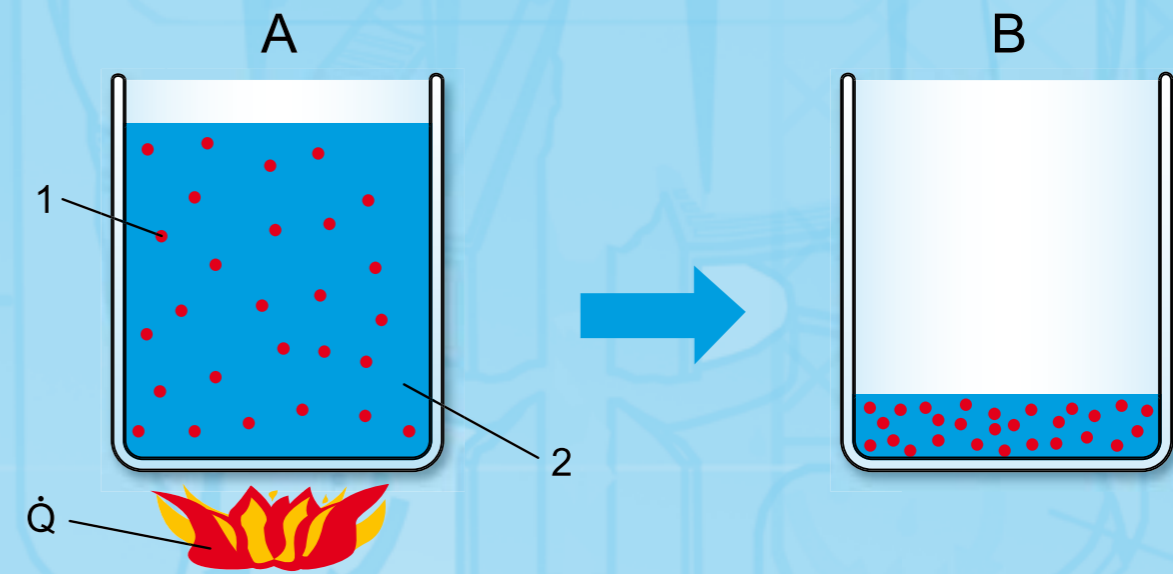
El objetivo de la evaporación puede ser: la recuperación del disolvente, la formación de una solución concentrada o la obtención de los sólidos disueltos por cristalización.

Aplicaciones industriales de la evaporación:

■ Concentración de soluciones salinas, álcalis, ácidos, soluciones de plásticos, zumos de fruta y hortalizas, leche, etc.

■ Obtención de productos como p. ej. azúcar a partir del jugo clarificado, sal a partir de salmuera, agua potable a partir de agua del mar.

Según sea el objetivo del proceso de separación, se usan diferentes modelos de evaporadores. Básicamente se trata de cambiadores de calor en los que generalmente se utiliza vapor de agua como medio de calefacción. La solución puede atravesar los tubos de un cambiador de calor de uno (straight-through evaporator) o de múltiples pasos (circulation evaporator). Para soluciones que contengan sustancias sensibles a la temperatura se emplean evaporadores de película. De esta forma se limita el tiempo de permanencia de la solución en la zona de temperaturas elevadas.



Principio de la concentración de una solución por evaporación del disolvente:  
 A solución antes de la evaporación del disolvente,  
 B solución concentrada tras la evaporación del disolvente,  
 $Q$  suministro de calor, 1 sólidos disueltos, 2 disolvente