

REFRACTOMETROS utilizando la luz para medir la concentración

Principios de Operación y Aplicaciones de los Refractómetros Análogos

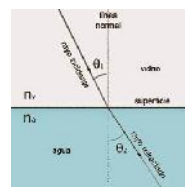
Los Refractómetros son reconocidos mundialmente por su sencillez y precisión. Con sólo unas cuantas gotas de una muestra líquida, cualquier usuario puede medir la concentración de un sólido disuelto fácilmente. Esta facilidad de operación aumenta tanto la eficiencia como la productividad, y su versatilidad les ha proporcionado un nicho sólido en una gran variedad de mercados.

El Principio de la Refracción

La introducción de la luz en un líquido provocando un cambio en su dirección es un fenómeno conocido como refracción. Entre más concentrada una solución con sólidos disueltos, más cambiará de dirección la luz. Un refractómetro mide el grado de cambio de dirección de la luz, conocido como el ángulo de refracción. Se ha establecido un índice para cada uno de estos ángulos de refracción, y se puede utilizar este "índice de refracción" (nD) para identificar o evaluar una muestra de líquido dada. Los refractómetros son instrumentos de medición, en los que este fenómeno de la refracción de la luz se pone en práctica. Ellos se basan en el principio por el cual, cuando aumenta la densidad de una sustancia (por ejemplo: cuando se disuelve el azú-

car en el agua), el índice de refracción aumenta proporcionalmente.

Los refractómetros fueron inventados por el Dr. Ernst Abbe, científico Alemán / Austriaco a principios del siglo XX.



Principios de Operación

Básicamente, los refractómetros análogos consisten en un prisma principal y una placa de luz diurna montados en el extremo de un cilindro. Se extiende la muestra líquida en forma uniforme por el prisma principal y se cierra la placa de luz diurna encima de la muestra. Cuando la luz pasa por la placa de luz diurna, toca la muestra y cambia su dirección antes de pasar por el prisma. Después, el prisma dirige esta luz reorientada hacia el interior del cilindro en donde pasa por una lente primaria, la escala, y finalmente por una lente secundaria enfocable.

Índice de Refracción, Aplicaciones y Escalas Convertidas

Los refractómetros miden el índice de refracción de una muestra líquida. Existen tres variables que influyen en el índice de refracción de una solución - composición química, concentración y temperatura. Si se pueden fijar dos de las tres variables, entonces se puede determinar la tercera por medio del uso de un refractómetro. Existen algunas aplicaciones que implican el uso de refractómetros análogos para verificar la composición química y, por ende, identificar soluciones. La mayoría de estas aplicaciones se encuentran en las plantas de producción en donde un operador sabe lo que una

solución dada debe medir, y se aprovechan refractómetros para verificar si las etiquetas son correctas y que no existan substituciones. Básicamente, nunca se utilizan los refractómetros para determinar la temperatura.

La aplicación más común de los refractómetros es la de determinar la concentración de los sólidos disueltos en una solución. En una solución dada que contiene un solo sólido disuelto o en la cual solamente un sólido cambia de concentración (es decir, todos los demás sólidos son constantes), el índice de refracción cambiará en conjunto con la concentración de dicho sólido disuelto. Por lo tanto, todos los aumentos en con-

centración harán que el índice de refracción se incremente. Una vez que se conozca la composición química de la solución, se puede derivar una escala que convertirá el índice de refracción en la concentración de la solución.

Por ejemplo, la escala "Brix" mide la concentración de la Sucrosa (azúcar) en el agua. Una solución de sucrosa al 5% equivale a una lectura de índice de refracción de 1.3403. Por cada % de Brix existe un índice de refracción equivalente. Entonces, al trabajar con una solución de sucrosa (conocida), un refractómetro puede determinar el índice de refracción que se puede convertir en un valor de Brix.

Para que la conversión sea práctica, los fabricantes de refractómetros imprimen escalas distintas al índice de refracción en la escala montada en el interior del refractómetro. Esto le permite al usuario tomar una lectura directa sin necesidad de una tabla de conversión. La más común de las "escalas convertidas" es la mencionada escala Brix. Otras escalas convertidas comunes incluyen: Salinidad, Proteína de Suero, Gravedad Específica de la Orina, Puntos de Congelación de Enfriadores, entre otras.

Si hay más de un sólido variable en una solución, no se puede utilizar un refractómetro para determinar la concentración de una de las variables. Mientras sí pueden producir el índice de refracción neto, no pueden aislar un sólido variable de entre varios.

Métodos y Aplicaciones de los Refractómetros Análogos

Como se mencionó anteriormente, el uso más común de los refractómetros análogos es para determinar los sólidos disueltos. Por lo tanto, parece que únicamente se utilizan con soluciones puras o soluciones con tablas de conversión, pero en realidad se utilizan para una gran variedad de soluciones. Cualquier método o aplicación caerá dentro de una de las siguientes cuatro categorías:

Estandarización Industrial

11% Brix, saben que la muestra no ha sido adulterada. (Los refractómetros digitales funcionan muy bien con todo tipo de aceites.)

Tablas de Conversión

Un mercado importante para los refractómetros es la industria de mecanización en donde se utilizan tanto lubricantes como enfriadores para disminuir la fricción y el calor durante el proceso de corte y de molido. Por lo general, los lubricantes y los enfriadores son aceites solubles en agua que se venden en forma concentrada y se diluyen justo antes de usarse. Típicamente, el proceso de dilución se controla mediante un refractómetro análogo de grados Brix.

Aunque los valores que se leen directamente de la escala no significan nada en términos de concentración de un lubricante, es fácil elaborar una tabla de conversión para pro-

porcionarle al usuario puntos de referencia para realizar la determinación correcta. Muchas veces el usuario deberá diluir a una solución al 6% para una aplicación y a 9% para otra. Si el usuario desea utilizar un refractómetro, puede preparar cada solución por volumen y después utilizar las muestras para presentar los valores convertidos en la escala Brix (la mayoría de los productores de lubricantes ya ha estandarizado con refractómetros, entonces el proceso es aun menos complicado). La información proporcionada con el lubricante indicará que una solución de lubricante al 5% indicará 2.3% Brix y una solución de lubricante al 9% indicará 4% Brix. Al eliminar el proceso de dilución por volumen del proceso, los gerentes de producción podrán confiarle hasta al trabajador más inexperto la tarea crítica de diluir los lubricantes correctamente.

Concentraciones Relativas

A menudo se utilizan los refractómetros para determinar si la concentración es relativa a lo correcto (no necesariamente la concentración exacta). Por ejemplo, un procesador de alimentos tiene una muestra con muchos sólidos tanto agregados como naturales y necesita saber cuánto azúcar habrá que agregar a la mezcla final. Se puede tomar una lectura de ensayo de una muestra que se sabe tiene el nivel perfecto de azúcar. Basándose en esta lectura, el procesador de alimentos puede agregar azúcar al lote actual hasta que la lectura sea igual a la del lote de referencia.

Lecturas Aproximadas

Los refractómetros son excelentes para los usuarios que requieren de un valor aproximado de sólidos disueltos. Los refractómetros análogos no funcionan muy bien con los líquidos en aceites no disueltos. La demarcación entre ambos campos tiende a ser imprecisa y por ende difícil de leer con exactitud. Sin embargo, normalmente se venden a compradores de productos lácteos en México quienes necesitan comprobar que la leche que compran de los agricultores locales no haya sido diluida. Mientras la lectura esté cerca de

Hechos y Mitos de la Compensación Automática de Temperatura con los Refractómetros Análogos

Como se explicó antes, el índice de refracción está sujeto a la temperatura. La mayoría de los fabricantes de refractómetros análogos ofrece una selección de refractómetros que cuentan con un compensador automático de temperatura (ATC) tipo bimetal. Es solamente una tira bimetal que hace deslizar la escala hacia arriba o hacia abajo sobre la base de los cambios de temperatura de calibración. Los refractómetros ATC tienden a ser menos precisos que una unidad sin ATC bien calibrada. El tener ATC presenta una ventaja solamente cuando la temperatura ambiente del entorno de trabajo está sujeta a cambios bruscos y la calibración no es práctica. En la mayoría de los casos, la mejor solución es utilizar un refractómetro sin ATC y recalibrar cuando la temperatura ambiente haya cambiado más de 3°C. La recalibración es un proceso sencillo y realmente vale la pena la precisión adicional.

Aplicaciones y Usuarios Típicos

Fruticultores

Esencialmente, cualquier tipo de fruta que se madura en la vid necesita cosecharse con una ventana de desarrollo estrecha. Normalmente, la madurez o el contenido de azúcar es el factor más importante y debe probarse antes de la cosecha. Por lo general, los fruticultores llevan un refractómetro análogo a la huerta en donde pizcan una muestra de la fruta y exprimen el jugo directamente al prisma del refractómetro. Esto les proporciona un método consistente para medir el desarrollo de su producto y ayuda a prevenir errores costosos. Nota: A menudo, los compradores de fruta basan el precio que están dispuestos a pagar en el contenido de Brix de la fruta cosechada. Teniendo en cuenta que muchas veces un solo comprador adquiere toda la cosecha, el 0.1% Brix importa mucho con respecto al valor total en pesos de la cosecha.

trabajo o daños a máquinas que costarían miles de pesos. Sin embargo, la dilución de lotes grandes por volumen puede exigir mucho tiempo y ser trabajoso. Los refractómetros proporcionan la solución ideal al permitirle al usuario producir lotes grandes por aproximación y después verificar la concentración con exactitud para hacer la dilución más precisa.

Bomberos

Todos los departamentos de bomberos cuentan con espuma resistente al fuego. La espuma debe ser diluida correctamente para asegurar la efectividad de la misma. Normalmente se emplean refractómetros para el proceso de dilución y para verificar la calidad y los lotes premezclados.

Piscicultura

Procesadores y Empacadores de Alimentos

Los fabricantes y empacadores de todo tipo de alimentos, desde mermeladas de frutas hasta pepinillos, pueden utilizar los refractómetros para controlar la consistencia de los productos de alimentos líquidos. Los refractómetros análogos se emplean por lo general tanto en los laboratorios de control de calidad como en la línea de producción y representan un instrumento inestimable para el control rápido y preciso de errores. En una industria en la que un solo lote vale miles de dólares, estos pequeños instrumentos pueden ser increíblemente esenciales.

Productores y Embotelladores de Bebidas

Una de las aplicaciones más grandes y más apropiadas del refractómetro es en el proceso de control de calidad de los productores y embotelladores de bebidas. Desde refrescos hasta vinos de mesa, emplean los refractómetros durante todo el proceso para monitorear el nivel de sólidos disueltos en la solución.

Agricultura

La agricultura biológica, un derivado de la agricultura orgánica, utiliza muy pocos aditivos para enriquecer el suelo, sin pesticidas o aditivos inorgánicos. Hace varios años, se descubrió que ciertos aditivos orgánicos elevarían la lectura de Brix del jugo de las cosechas como el maíz. Al mantener estas lecturas de Brix arriba de cierto nivel, los jugos de las plantas funcionaban como una pesticida natural.

Cortar y Moler

Todos los fabricantes y maquinistas dependen de lubricantes y enfriadores para reducir tanto la fricción como el calor durante el proceso de corte y molido. Normalmente se venden dichos lubricantes en forma concentrada que se diluyen en agua. Este proceso de dilución es crítico y exige mucho tiempo. Un lote incorrecto puede producir la destrucción del

Un mercado importante para los refractómetros es el de la piscicultura en donde se utilizan para hacer una verificación rápida de la salinidad de los tanques, los estanques y las instalaciones de almacenaje. Eliminan la necesidad de los hidrómetros complicados y frágiles. Como toda la cosecha está sujeta al mismo ambiente acuático, los piscicultores no pueden tomar riesgos con los niveles de salinidad tan críticos.

Otras Aplicaciones Industriales

Un sinnúmero de fábricas y productores emplean los refractómetros para comprobar la concentración de sólidos disueltos en diversas cantidades de líquidos industriales. Por medio de una escala de conversión, los refractómetros les proporcionan flexibilidad para obtener al instante la información que necesitan.