

ESTUDIO TERMODINAMICO DEL TUNEL SECADOR DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE

Resumen del seminario dictado el lunes 28 de noviembre en el

Centro Nacional de Investigaciones de Café, por el Químico Auxiliar de la Sección de Química Analítica, doctor Jaime Parra H.

La Termodinámica estudia la relación que existe entre el calor y las demás formas de la energía. Todas las formas energéticas del universo tienden a transformarse en calor, de esta tendencia se han sacado conclusiones físicas y químicas de la mayor importancia. Las leyes de la Termodinámica son muy exactas porque se basan en el comportamiento estadístico de un gran número de moléculas y además la variable tiempo no se considera porque complicaría mucho los cálculos.

La energía puede estar depositada en un sistema simplemente por virtud de su posición, así un objeto sobre la superficie de la tierra, los electrones que giran alrededor del núcleo en los átomos de los elementos tienen energía.

Esta energía se puede aprovechar racionalmente para realizar algún trabajo, impulsando el pistón de una máquina de cilindro, enviando corriente eléctrica al través de los alambres de un motor, etc.

La Termodinámica no tiene interés en conocer la energía absoluta que posee un cuerpo en un momento dado, pero sí es de gran importancia saber la ganancia o la pérdida de energía producida por un cambio de estado.

Pudiéndose pasar de una forma a otra de energía esto no quiere decir que exista la misma relación entre los factores intensidad y capacidad, así una cantidad de energía eléctrica se puede transformar cuantitativamente en energía calorífica, pero de este hecho no podemos saber hasta que temperatura se podrá calentar un cuerpo si desconocemos la capacidad calorífica del mismo.

La primera ley de la Termodinámica fue formulada por Meyer y dice: "En un sistema aislado la suma de las energías permanece constante".

Nuestra confianza en esta primera ley descansa en el hecho de

que no se ha encontrado ninguna experiencia que la contradiga.

Las teorías más modernas sobre química nuclear, desintegración atómica, no contradicen esta primera ley y Einstein en su famosa teoría de la relatividad logró demostrar que un gramo de materia es equivalente a 9×10^{20} ergios.

Todas las formas de la energía se transforman cuantitativamente en calor, pero no todo el calor lo podemos convertir en trabajo. Las limitaciones que rigen esta segunda transformación se estudian precisamente en el segundo principio de la Termodinámica. Se ha establecido que el calor se transmite de los cuerpos más calientes a los más fríos, así como las masas de agua pasan de los niveles más altos a los más bajos.

La segunda ley se puede enunciar diciendo que todos los sistemas tienden a un estado de equilibrio. Esta ley se basa también en la estadística y como todas las leyes estadísticas fracasan cuando se considera un número pequeño de individuos. Si miramos por un microscopio una gota de una suspensión sería muy probable observar que las partículas migran de las zonas de menor concentración a las de mayor, en contradicción con el segundo principio de la Termodinámica, pero si observamos una masa mayor a una gota sería muy raro notar un comportamiento distinto de la migración de partículas de las regiones de mayor concentración a las de menor.

Esta medida de la degradación de la energía se valora por medio de una relación matemática llamada Entropía. El tercer principio de la Termodinámica se preocupa por la determinación de esta relación en valores absolutos.

Muchos procesos de Ingeniería Química aprovechan la energía que se desprende o absorbe en forma de calor. Las leyes que gobiernan la transmisión de calor, los aparatos que se utilizan para lograr el establecimiento de estas leyes y las aplicaciones industriales son temas de cuya importancia no es necesario comentar.

Se dice que la transmisión de calor se hace por conducción cuando se transmite por vibración molecular, sin mezcla de éstas. Son ejemplos la transmisión del calor al través de las paredes de un horno, o por la armadura metálica de una caldera.

Es necesario considerar que la energía se transmite por una pared sólida a fin de eliminar la convección. En estas condiciones lograron establecer que:

Velocidad de trasmisión =

Fuerza impulsadora

resistencia

Como es necesario dar dimensiones a esta fórmula se puede determinar la cantidad de calor transmitido en B T U por horas al través de una placa de superficie A, en pies cuadrados, el espesor de la misma es L en pies y con una diferencia en temperaturas entre las dos caras en donde se efectúa la trasmisión. Con todas estas condiciones se puede establecer

$$Q = \frac{k \times A \times Vt}{L}$$

La constante k

se llama conductividad térmica del material para el ladrillo de construcción vale 0.8 en algunos metales puede alcanzar valores hasta de 220, en el agua 0.35 y para el aire 0.017.

El calor que se trasmite se puede aprovechar para la separación de grandes cantidades de sustancias volátiles. Se dice que se efectúa un secado cuando se evaporan cantidades relativamente pequeñas de agua de una sustancia sólida o casi sólida.

La necesidad industrial ha obligado a idear gran cantidad de aparatos secadores, por tal razón hacer una clasificación de los mismos sería difícil. Muchas industrias emplean para operaciones similares aparatos de muy diverso tipo.

El horno secador del Centro Nacional de Investigaciones de Café se podría clasificar como un túnel secador. Se construye un túnel secador de uso continuo siempre que se ne-

COLABORAN:

Ramón Mejía Franco,
Fernando Suárez de Castro,
Alberto Machado S.,
Humberto Gutiérrez C. J.
V. Triana, Alvaro Rodríguez,
J. J. Castaño, Jaime Parra H.,
Marco F. Castro, Bernardo González Casas,
Guillermo Combariza.

cesite secar grandes cantidades de material de composición química y física más o menos uniforme.

Por medio de carros se transporta el material al través del túnel con más o menos pequeñas cantidades del mismo. Es necesario hacer las determinaciones a fin de que por cada coche con material fresco que entre al horno salga uno seco. La circulación de aire puede ser contracorriente o marchar paralelamente con la carga. La técnica ha demostrado que es más económico alimentar el túnel, por la parte más fría siempre que el material seco resista la temperatura de la parte más caliente del horno sin deteriorarse.

En el proceso del secado es necesario tener en cuenta el concepto del equilibrio de humedad. Cuando se coloca una sustancia en contacto de aire húmedo a una temperatura dada la sustancia adquiere un estado de humedad que no se modifica por una exposición más prolongada, la humedad en este punto se llama equilibrio de humedad. Todo cuerpo con una humedad menor que el equilibrio absorbe agua hasta alcanzarlo; en caso contrario la desprende.

La pulpa de café tiene un equilibrio de humedad de 15%, seca al aire, del túnel secador sale con un 16% de humedad más que si el secado fuera a 105 grados centígrados en estufas de laboratorio, sería inútil intentar que la pulpa salga con un contenido de humedad menor al 16% si luego por exposición prolongada al aire adquiere el valor del equilibrio.

La pulpa tiene una humedad, secada a 105° C en estufas de laboratorio, de 84.16%. 100 kilos de pulpa fresca dan 31.84 kilos de pulpa seca al horno. Diariamente se obtienen 23.66 kilos de pulpa seca, este es el promedio en 15 días de trabajo normal o sea que diariamente se introducen al horno 74.5 kilos de pulpa fresca. Cada día se evaporan 42.5 kilos de agua. Un gramo de agua requiere para su evaporación 539 calorías pequeñas, a 100 grados C.; los 42.5 kilos necesitarán 22.939.840 calorías. Para hacer esta evaporación contra la presión atmosférica es necesario realizar un trabajo que vale

42.500

nRT. n vale ——— R = 1,987 y T =
18

373.1 trabajo = 1.752.877,75 cal.

El gasto diario de leña es de 3,5 carretadas, promedio de 15 días de trabajo. Una carretada de leña pesa aproximadamente 65 kilos y tiene una humedad del 60%. La materia seca utilizada diariamente como combustible pesa unos 90 kilos. El calor de combustión dado en los manuales de Ingeniería es de 2.380 calorías para las maderas de mala calidad, luego diariamente se producen en el horno $90.000 \times 2.380 = 214.200.000$ calorías. Aplicando las leyes de transmisión en el túnel secador, se podría aprovechar en el túnel secador 126.854.000 calorías sin embargo sólo se utilizan 25.000.000 aproximadamente, lo que representa un rendimiento del 20%.

Actualmente se investiga la manera de aumentar la eficiencia en el uso de la energía calorífica del horno.

BIBLIOGRAFIA:

OLSEN J. C. Van Nostrands Chemical Annual 1934.

LANGE, N. A. Handbook of Chemistry 1944. ...

BADGER, W. L. and Mc Cabe, W. L. Elements of Chemical Engineering. 1936.

GETMAN F. and Daniels F. Outlines of Physical Chemistry. 1946.

GARUFFA, E.. Formulario del Ingeniero. 1923.

Archivo de la Sección de Química Analítica. 1949.
