

ENERGÍA MECÁNICA

Muchos sistemas de ingeniería se diseñan para transportar un fluido de un lugar a otro a determinado flujo volumétrico y velocidad y diferencia de elevación, mientras el sistema genera trabajo mecánico en una turbina o consume trabajo mecánico en una bomba o ventilador. Estos sistemas no tienen que ver con la conversión de energía nuclear, química o térmica a energía mecánica; tampoco hay en ellos transferencia de calor en cantidad importante y operan en esencia a temperatura constante.

Esta clase de sistemas se analizan de modo conveniente al considerar solo las formas mecánicas de la energía y los efectos que la fricción causa, como la pérdida de energía mecánica (es decir, que se convierta en energía térmica la cual por lo general no puede usarse para ningún propósito útil).

La energía mecánica se puede definir como la forma de energía que se puede convertir completamente en trabajo mecánico de modo directo mediante un dispositivo mecánico como una turbina ideal. Las formas más familiares de energía mecánica son la cinética y la potencial. Sin embargo, la térmica no es energía mecánica puesto que no se puede convertir en trabajo de forma completa y directa (segunda ley de la termodinámica).

Una bomba transfiere energía mecánica a un fluido al elevar la presión de este, y una turbina extrae energía mecánica de un fluido al disminuir su presión; de ahí que la presión de un fluido en movimiento se relacione también con su energía mecánica. De

hecho, la unidad de presión Pa es equivalente a $Pa = \frac{N}{m^2} = N \cdot \frac{m}{m^3} = J/m^3$, que es la energía por unidad de volumen, y el producto Pv o su equivalente P/ρ tiene la unidad J/kg, que corresponde a la energía por unidad de masa. Es importante observar que la presión por sí misma no es una forma de energía, pero una fuerza de presión que actúa sobre un fluido a través de una distancia produce trabajo, llamado trabajo de flujo, en una cantidad de P/ρ por unidad de masa. El trabajo de flujo se expresa en términos de las propiedades del fluido y es conveniente considerarlo como parte de la energía de un fluido en movimiento y llamarlo energía de flujo. Por lo tanto, la energía mecánica de un fluido en movimiento por unidad de masa se puede expresar como (Çengel & Boles, 2009):

$$e_{\text{mecánica}} = \frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2} + gh \text{ con unidades } \left[\frac{J}{kg} \right]$$

Transferencia de Energía por Calor

La energía puede cruzar la frontera de un sistema cerrado en dos formas distintas: calor y trabajo. Es importante distinguir entre estas dos formas de energía, por lo que primero se analizarán con el propósito de conformar una base sólida para el desarrollo de las leyes de la termodinámica. El calor está definido como la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas (o entre un sistema y sus alrededores) debido a una diferencia de temperatura. Es decir, una interacción de energía es calor solo si ocurre debido a una diferencia de temperatura. Entonces se deduce que no puede haber ninguna transferencia de calor entre dos sistemas que se hallan a la misma temperatura. El calor es energía en transición y se reconoce

solo cuando cruza la frontera de un sistema. Un proceso durante el cual no hay transferencia de calor se denomina proceso adiabático. El término adiabático proviene de la palabra griega adiabatos, que significa “no pasar”. Hay dos maneras en que un proceso puede ser adiabático: el sistema está bien aislado de modo que solo una cantidad insignificante de calor cruza la frontera, o bien, tanto el sistema como los alrededores están a la misma temperatura y por lo tanto no hay fuerza impulsora (diferencia de temperatura) para la transferencia de calor.

Hay que distinguir entre un proceso adiabático y uno isotérmico: aunque no hay transferencia de calor durante un proceso adiabático, otros medios como el trabajo pueden cambiar el contenido de energía y, en consecuencia, la temperatura de un sistema. En ocasiones es deseable conocer la tasa de transferencia de calor (cantidad de calor transferida por unidad de tiempo) en lugar del calor total transferido durante cierto intervalo de tiempo. La transferencia de calor se denota con \dot{Q} y sus unidades de medida son kW, un watt es un kilojoule por cada segundo (Çengel & Boles, 2009).

Transferencia de Energía por Trabajo

Al igual que el calor, el trabajo es una interacción de energía que ocurre entre un sistema y sus alrededores. La energía puede cruzar la frontera de un sistema cerrado en forma de calor o trabajo; entonces, si la energía que cruza la frontera de un sistema cerrado no es calor, debe ser trabajo. Es fácil reconocer el calor: su fuerza impulsora es una diferencia de temperatura entre el sistema y su entorno. Por lo tanto se puede decir simplemente que una interacción de energía que se origina por algo distinto a una diferencia de temperatura entre un sistema y sus alrededores es trabajo. De manera más específica, el trabajo es la transferencia de energía relacionada con una fuerza que actúa a lo largo de una distancia. Un

pistón ascendente, un eje giratorio y un cable eléctrico que cruzan las fronteras del sistema son situaciones que se relacionan con interacciones de trabajo. El trabajo es también una forma de energía transferida como calor y por lo tanto tiene unidades de energía como kJ.

Calor y trabajo son cantidades direccionales y la descripción completa de sus interacciones requieren la especificación de la magnitud y la dirección. Una forma de hacer esto es adoptar una convención de signo: generalmente se acepta para las interacciones de calor y trabajo la convención de signo formal definida como la transferencia de calor hacia un sistema y el trabajo hecho por un sistema son positivos; la transferencia de calor desde un sistema y el trabajo hecho sobre un sistema son negativos. Otra forma es usar los subíndices entrada y salida para indicar la dirección (Çengel & Boles, 2009).

Formas Mecánicas del Trabajo

Hay diversas formas de hacer trabajo, cada una relacionada de cierta manera con una fuerza que actúa a lo largo de una distancia. En la mecánica elemental, el trabajo que realiza una fuerza constante F sobre un cuerpo que se desplaza una distancia s en la dirección de la fuerza se expresa como $W = \int_1^2 \vec{F} \cdot \hat{n} ds$

Hay dos requisitos para que se presente una interacción de trabajo entre un sistema y sus alrededores: 1) debe haber una fuerza que actúe sobre los límites y 2) estos deben moverse. Por lo tanto, la presencia de fuerzas en la frontera sin ningún desplazamiento de la misma no constituye una interacción de trabajo. De modo similar, el desplazamiento de la frontera sin ninguna fuerza que se oponga a este movimiento o lo impulse (como la expansión de un gas al

interior de un espacio al vacío) no es una interacción de trabajo ya que no se transfiere energía. En muchos problemas termodinámicos el trabajo mecánico es la única forma de trabajo, y se relaciona con el movimiento de la frontera de un sistema o el del propio sistema como un todo (Çengel & Boles, 2009).

Referencias:

Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2009). Termodinámica (M. Á. T. Castellanos (ed.); Sexta). McGraw-Hill.

Chung, D. D. L. (2001). Applied materials science: Applications of engineering materials in structural, electronics, thermal, and other industries. In Applied Materials Science: Applications of Engineering Materials in Structural, Electronics, Thermal, and Other Industries (First). CRC Pr I Llc.