

APPLICATION DU DEUXIÈME PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE À L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE

Nicoleta RACU*, Elena ȚVENTARNÎI

Département de l'Alimentation et de la Nutrition, la Filière Francophone,
Université Technique de Moldavie, Chișinău, République de Moldavie

*Auteur correspondant: Nicoleta Racu ,racunicoleta1@gmail.com

Conseiller scientifique: **Rodica STURZA**, prof. univ., dr. hab.

Résumé. L'article analyse les aspects liés à l'application du 2ème principe de la thermodynamique dans les procédés chimiques et dans l'industrie agroalimentaire, notamment dans les procédés de congélation, d'ébullition, de sublimation, de condensation et de liquéfaction. Tous ces processus revêtent une importance majeure pour l'homme et l'environnement et constituent des éléments de base de l'industrie alimentaire.

Mots-clés: industrie alimentaire, principe de la thermodynamique, congélation, sublimation

Introduction

Le deuxième principe de la thermodynamique consiste en ce que la chaleur ne circule pas d'un corps à une température donnée vers un autre corps à une température plus élevée, sans travail mécanique de l'extérieur.

L'unité de mesure de l'entropie est J/K.

Selon ce principe thermodynamique, les processus suivants se déroulent:

- l'échelle des températures devient asymétrique.
- les basses températures sont plus difficiles à produire.

Ce principe a été énoncé de plusieurs manières:

La première affirmation est celle de Carnot, qui a dit que la chaleur ne peut pas passer d'elle-même (naturellement) d'un corps plus froid à un corps plus chaud.

$$Q_{\text{cede}} = Q_{\text{reçu}}$$

La deuxième affirmation est celle de Kelvin-Planck: il est impossible de fabriquer une machine thermique fonctionnant de manière cyclique et ayant pour seul effet de prélever de la chaleur à partir d'une source unique et de la convertir en travail mécanique.

La troisième affirmation est celle de Clausius : il est impossible de réaliser une machine thermique fonctionnant de façon cyclique et ayant pour seul effet de transmettre la chaleur d'une source à une autre. La chaleur est transmise d'une source à une autre de température plus élevée.

Processus réversibles et irréversibles. Un processus réversible est un processus idéal dans lequel le système et l'environnement peuvent être ramenés à leur état initial en passant, en sens inverse, par les mêmes états intermédiaires (Fig. 1).

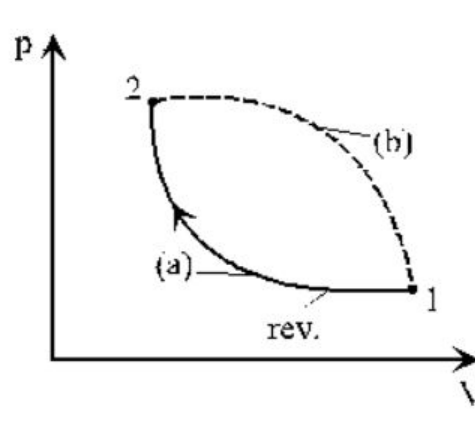


Figure 1. Transformation reversible

Une machine thermique fonctionnant dans un cycle composé uniquement de processus réversibles produit un travail mécanique maximal et un rendement maximal, alors qu'une machine à cycle réversible consomme un travail mécanique et un rendement maximal.

Les processus réversibles consistent en une séquence d'états d'équilibre et sont représentés dans les diagrammes par des lignes continues.

$$\oint_{\text{rev}} \frac{\delta Q}{T} = 0$$

Tout processus qui n'est pas réversible est irréversible. Un processus dynamique est irréversible et vice versa.

Le deuxième principe de la thermodynamique est également largement utilisé dans

$$\frac{Q - |Q_0'|}{Q} \leq \frac{T - T_0}{T}$$

l'industrie alimentaire, dans les processus de phase tels que la congélation, l'ébullition, la liquéfaction, la sublimation. Ces processus sont d'une importance majeure dans les schémas technologiques de production de certains aliments.

Le premier processus, la congélation, consiste à refroidir les produits à des températures inférieures au point de solidification de l'eau. Le processus de congélation d'un produit alimentaire peut être divisé en trois phases distinctes:

- le refroidissement du produit de sa température initiale à la température à laquelle commence le processus de congélation proprement dit.
- le refroidissement du produit depuis sa température initiale jusqu'à la température à laquelle le processus de congélation proprement dit commence (solidification de l'eau contenue dans le produit).
- le refroidissement du produit de la température de congélation à la température finale.

Pendant la congélation, la perte de poids est due exclusivement à des processus physico-chimiques. Jusqu'à ce que les premières couches du produit soient congelées, les pertes sont dues à l'évaporation de l'eau de la surface du produit pendant la phase de congélation, lors du refroidissement à la température finale et du stockage, la perte de poids est due à la sublimation de la glace à la surface du produit. Lors du processus de congélation, il est recommandé de congeler rapidement les aliments afin d'éviter d'en altérer la texture et le goût.

Un autre processus dans lequel le deuxième processus de la thermodynamique est utilisé est l'ébullition, qui consiste en la transformation d'un liquide en vapeur -c'est l'évaporation, un processus qui consomme de la chaleur, le phénomène se produisant à la surface du liquide et à n'importe quelle pression.

Lorsque l'évaporation se produit dans toute la masse du liquide, avec formation de bulles de vapeur, le processus est appelé ébullition et se déroule à pression et température constantes.

La chaleur absorbée nécessaire à l'évaporation du liquide est appelée chaleur latente de vaporisation et est égale à la chaleur latente de condensation. Le transfert de chaleur entre la surface de transfert de chaleur et le liquide en ébullition est particulièrement complexe.

L'ébullition est utilisée:

- dans l'industrie légère, dans le raffinage du sucre et de l'huile,
- dans les conserveries, dans la teinture des tissus.
- dans les centrales thermiques pour la production de vapeur à des fins énergétiques (chaudières à vapeur).

En médecine pour la stérilisation.

La sublimation est le phénomène par lequel une substance passe, par chauffage, de l'état solide directement à l'état de vapeur (gazeux), sans passer par l'état liquide.

Le phénomène de sublimation est endothermique, c'est-à-dire qu'il se produit avec une absorption de chaleur. Des exemples de substances qui subliment sont le naphtalène, l'iode, etc.

La liquéfaction est le processus de transformation d'un gaz en liquide. Un cas particulier de ce processus est la condensation. La liquéfaction d'un gaz est obtenue en le refroidissant à une température de et en extrayant la chaleur latente de vaporisation.

La condensation est le phénomène par lequel une vapeur devient liquide en dégageant une quantité de chaleur, appelée chaleur latente de condensation.

La condensation peut se produire pour la vapeur d'une seule substance ou pour un mélange de substances, comme suit:

- en gouttelettes, lorsque la vapeur condensée ne mouille pas la surface de refroidissement;
- sous forme de film ou de pellicule, lorsque le condensat mouille parfaitement la surface de refroidissement, le liquide étant présent sous forme de film continu.

Conclusions

L'importance du deuxième principe de la thermodynamique réside dans le fait qu'il établit une direction préférentielle pour l'évolution des systèmes physiques. Il met en avant la notion d'entropie comme mesure du désordre et souligne que les processus naturels tendent vers un état de plus grand désordre, ce qui a des implications cruciales dans de nombreux domaines, notamment en ingénierie, en sciences de l'environnement et en biologie.

Références :

- [1] A.-G. Ghiaș, "Termodinamică Cap.3: Principiul II al termodinamicii". Disponible: https://www.geocities.ws/termo_utcb/termo1/curs1/C3_Principiul_II.pdf.
- [2] V.-C. Zăpodeanu, I. Băisan, "Operații Unitare Și Procese În Industria Alimentară" (material documentar pentru studenții anului IV specializarea MIAIA). Disponible: [Operații-unitare-si-procese-in-industria-alimentara.pdf \(tuiasi.ro\)](#).
- [3] I. Băisan, "Operații Și Tehnologii În Industria Alimentară" (curs pentru studenții specializării Mașini și Instalații pentru Agricultură și Industria Alimentară). Disponible: [operații-și-tehnologii-în-industria-alimentară.pdf](#).