

УДК 621.365.5:664

СПОСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНИХ УМОВ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНДУКОВАНОГО ТЕПЛОМАСООБМІНУ: НАЯВНІСТЬ ДВОХ РІВНОВАЖНИХ СТАНІВ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ

Пак А.О.¹ д.т.н., професор, Польотов І.В.¹ Усатий С.М.²

Державний біотехнологічний університет¹
ПСП ім.Т.Г.Шевченка²

Описано необхідні та достатні умови організації ефекту індукованого тепломасообміну. Розглянуто можливості забезпечення першої необхідної вимоги для організації ефекту індукованого тепломасообміну – наявність двох рівноважних станів динамічної системи.

Ефективність технічного рішення апаратів з індукованим тепломасообміном (ІнТМО) [1] визначається певними конструкторськими рішеннями апарата для розсіювання теплоти термостата. Виходячи із необхідних і достатніх умов організації ефекту ІнТМО, можна виділити вимоги, які повинні виконувати складові динамічної системи для його реалізації [2]. Такими вимогами є (рис.1):

- наявність щонайменше двох рівноважних станів (конструкція внутрішнього об'єму термостата, властивості сировини);
- наявність енергетичного бар'єру E_A для реалізації переходу між станами рівноваги (конструкція та фільтраційні властивості обтюратора);
- наявність флуктуації на границі розділу між внутрішнім та зовнішнім середовищем (спосіб створення потоку повітря, що рухається відносно зовнішньої поверхні обтюратора, та його параметри);
- забезпечення термостатування (спосіб підведення теплоти до внутрішнього середовища термостата).

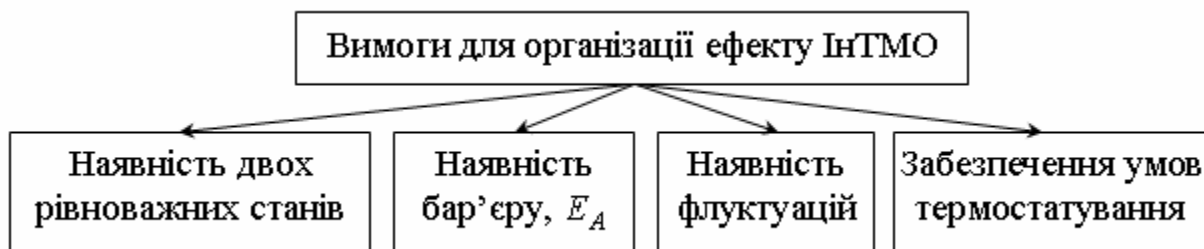


Рис.1. Необхідні вимоги для організації ефекту ІнТМО

В роботі розглянуто можливості забезпечення першої необхідної вимоги для організації ефекту ІнТМО – наявність двох рівноважних станів динамічної системи.

Для реалізації ефекту ІнТМО для динамічної системи необхідне існування щонайменше двох рівноважних станів, причому один із них повинен бути станом з нестійкою рівновагою, а інший – із стійкою. Наявність стану з нестійкою рівновагою забезпечується наступним чином. Властивості внутрішнього

середовища термостата повинні відрізнятися від властивостей зовнішнього так, щоб була відсутня стійка рівновага щонайменше за одним параметром. Для ефекту ІнтМО, що розглядається в роботі, таким параметром є парціальний тиск пари рідини в газових середовищах, відповідно навколишньому та внутрішньому. Забезпечується дана умова наявністю рідкої води у внутрішній частині термостата. При цьому внутрішнє середовище обмежується стінками термостата, виконаними із паронепроникного матеріалу, на поверхні яких виконані обтюратори. Зовнішня площа поверхні обтюраторів принаймні на порядок менша за площу стінок термостата, що обмежують його внутрішній виділений об'єм. Таким чином обтюратори створюють визначений бар'єр для масообміну між внутрішнім середовищем термостата та навколишнім середовищем, що оточує термостат. Тобто внутрішнє середовище знаходиться в «затиснутих» умовах по відношенню до навколишнього. Знаходження внутрішнього середовища термостата в таких «затиснутих» умовах за температури термостата призводить до асимптотичного прагнення парціального тиску пари води у внутрішньому газовому середовищі до значення тиску насиченої пари води за даної температури та тиску. Таким чином, встановлюється рівновага за температурою, але відсутня рівновага за парціальним тиском пари води між внутрішнім та зовнішнім газовим середовищами.

Стійка рівновага за парціальним тиском пари води між внутрішнім середовищем термостата та навколишнім можлива за відсутності рідкої води у внутрішньому виділеному об'ємі термостата.

Таким чином, для «запуску» ефекту ІнтМО, всередині термостата необхідна наявність рідкої води (як частини системної), кількість якої була б достатньою, за умови її переведення у газовий стан, для наближення парціального тиску пари води до значення тиску насиченої пари за даної температури термостата та тиску.

Забезпечення даної вимоги можливе різними шляхами (рис.2). По-перше, задовольнити вимогу можна за рахунок використання сировини з високим вологовмістом.

По-друге, при використанні сировини з низьким вмістом рідини у внутрішню частину термостата можливе додавання тієї ж рідини, або рідини іншого хімічного складу (наприклад спирту, або олії) для «запуску» ІнтМО та отримання продукції з новими функціонально-технологічними властивостями.

По-третє, для «запуску» ефекту ІнтМО та його реалізації необхідно прагнути до зменшення об'єму газової фази між об'ємами колоїдного капілярно-пористого тіла у внутрішньому виділеному об'ємі термостата. Забезпечення даного шляху можливе двома способами.

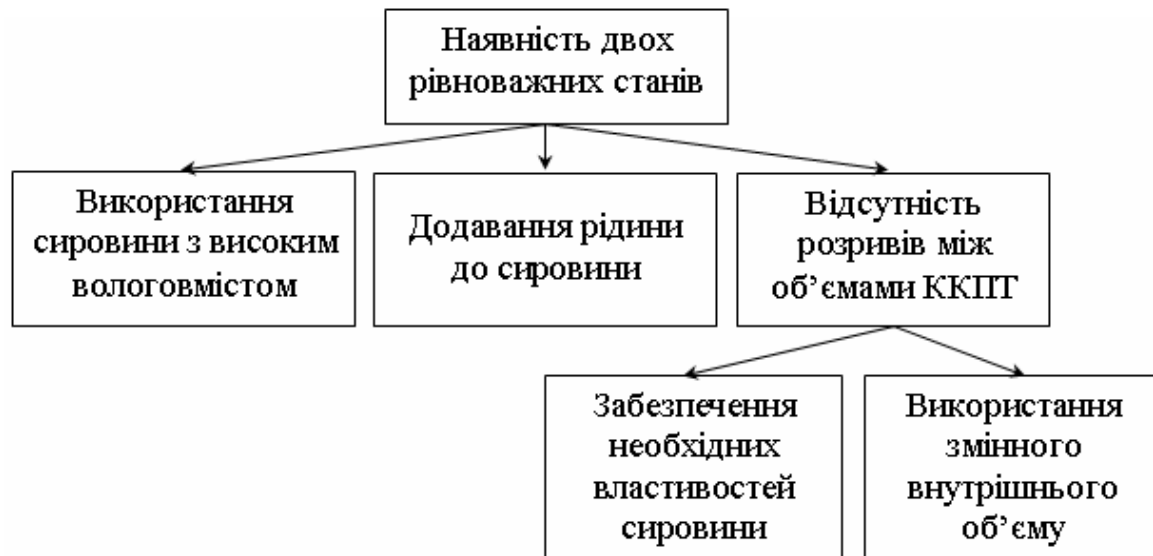


Рис.2. Шляхи реалізації вимоги щодо наявності двох рівноважних станів динамічної системи

Перший спосіб обумовлений відповідними властивостями вихідної сировини, які забезпечуються саме властивостями сировини (кількість сухих речовин, колоїдне тіло, капілярно-пористе тіло, колоїдне капілярно-пористе тіло) та її попередньою підготовкою (форма частинок сировини; подрібнення сировини до відповідного характерного розміру; спосіб укладання; внесення добавок, які можуть змінювати структуру сировини (наприклад, утворення піни) і т. ін.). Другий спосіб полягає у використанні змінного внутрішнього об'єму термостата. Тобто для даного способу існує можливість, по мірі збільшення відносної частини газового середовища всередині термостата через випаровування рідкої води та/або усадку твердої фази в ньому, механічно зменшувати об'єм внутрішньої частини термостата. Прикладом технічної реалізації другого способу є використання плаваючої або підпружиненої кришки у функціональній ємності під час зневоднення з ІнТМО плодово-ягідної сировини зі штучним пороутворенням [3].

Список використаних джерел

1. Pogozhikh M. The development of an artificial energotechnological process with the induced heat and mass transfer / M. Pogozhikh, A. Pak // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – №.1/8 (85). – P. 50–58. (doi: 10.15587/1729-4061.2017.91748)
2. Пак А.О., Пак А.В., Погожих М.І., Онищенко В.М., Сметанкіна Н.В. Наукові основи ефекту індукованого тепломасообміну: монографія. – Харків: Міська Друкарня, 2023. – 144 с. ISBN 978-617-619-276-3. (<https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/24177>)
3. Сушіння плодово-ягідної сировини способом змішаного теплопідводу зі штучним пороутворенням: монографія / М. І. Погожих, А. О. Пак, М. М. Цуркан; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., 2009. – 102 с.