

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Малащук Наталії Савівни

на тему: «**Інтенсифікація процесу зневоднення
пряно-ароматичної сировини в теплонасосній сушарці**»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 14 – Електрична інженерія
за спеціальністю 144 – Теплоенергетика

Актуальність теми дисертації.

Сушіння є одним з найбільш енергоємних технологічних процесів, який визначає якість готового продукту та енергетичні показники виробництва. Розглянутим об'єктом сушіння є пряно-ароматичні трави, специфічною особливістю яких є термочутливість летких ароматичних сполук ефірних олій. Якість висушених трав значною мірою залежить від температурного рівня процесу, тому гранично допустима температура нагріву трави не повинна перевищувати 40-50 °С.

Для зневоднення пряно-ароматичних трав використовуються конвективні сушарки, основним недоліком яких є низька енергетична ефективність, що пов'язана із значними втратами тепла з відпрацьованим сушильним агентом. При конвективному сушінні пряно-ароматичних трав виникає проблема, пов'язана з низькою інтенсивністю вологовидалення при низьких температурах. Вдосконалення процесу сушіння пряно-ароматичної сировини шляхом утилізації теплоти відпрацьованого сушильного агента є важливою науково-технічною задачею, що вирішується застосуванням конденсаційного методу з використанням теплового насосу. Застосування теплового насосу дозволяє за рахунок примусового осушення повітря інтенсифікувати процес низькотемпературного зневоднення.

Таким чином, тема дисертаційної роботи Малащук Н. С., що пов'язана з вирішенням завдань з інтенсифікації процесів зневоднення пряно-ароматичної сировини та зниження енерговитрат в процесах сушіння є актуальною.

Наведені в дисертації матеріали є узагальненням науково-дослідних робіт, які виконані автором у відділі «Теплопереносу в теплотехнологіях» Інституту технічної теплофізики Національної академії наук України згідно трьох держбюджетних тем.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1) визначені залежності парціальних тисків пари води на поверхні матеріалу від вологовмісту та температури для м'яти перцевої та встановлено, що в міру зменшення вологовмісту матеріалу при зниженні його температури тиск пари води на поверхні зменшується;

2) експериментально одержані питомі витрати теплоти на сушіння листя м'яти перцевої при температурах 40 і 50 °С та виявлений вплив летких речовин ефірної олії м'яти на теплоту випаровування;

3) встановлені температурно-вологісні параметри сушильного агента, при яких мінімізується випаровування летких ароматичних сполук із сировини;

4) досліджені кінетичні закономірності конвективного сушіння пряно-ароматичної сировини, визначено оптимальні режими процесу;

5) одержані емпіричні рівняння кривих сушіння м'яти перцевої, виведена узагальнена залежність для визначення тривалості процесу зневоднення;

6) обґрунтована необхідність використання ступеневих режимів сушіння зі змінюваним ступенем осушування сушильного агента за отриманими даними з гіротермічної рівноваги та кінетики сушіння м'яти перцевої;

7) досягнуто зниження енерговитрат процесу сушіння, за рахунок термодинамічної та фізичної рекуперації теплоти сушильного агента;

8) одержані теплові характеристики полімерного рекуперативного теплообмінника.

В результаті виконання дисертаційної роботи були проведені експериментальні дослідження та створено конвективну теплонасосну сушильну установку для переробки пряно-ароматичної сировини, на яку отриманий акт впровадження.

Наукові дослідження були виконані здобувачкою у відділі тепломасоперносу в теплотехнологіях ІТТФ НАН України.

Отже, поставлене завдання в дисертаційній роботі по вирішенню задач з інтенсифікації процесів зневоднення пряно-ароматичної сировини виконано повністю.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Малащук Н.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 144 – Теплоенергетика та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми ІТТФ НАН України зі спеціальності 144– Теплоенергетика.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям збереження природних ресурсів та навколишнього середовища.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Малащук Наталії Савівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріали дисертації розміщено послідовно з використанням загальноприйнятої термінології.

Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 158 сторінок основного тексту.

У першому розділі проаналізовані фізико-хімічні, біохімічні і структурні властивості пряно-ароматичної сировини як об'єкта сушіння.

За аналізом літературних джерел з техніки і технології сушіння визначені шляхи підвищення енергетичної ефективності конвективних сушильних установок при зневодненні пряно-ароматичної сировини. Розглянуто, схеми утилізації теплоти відпрацьованого сушильного агента з застосуванням теплових насосів.

У другому розділі описані експериментальні установки і методики проведення досліджень з кінетики конвективного сушіння, сорбційних властивостей та теплоти випаровування пряно-ароматичної сировини, теплових характеристик полімерного рекуперативного теплообмінника, наведені розрахунки похибок експериментальних досліджень.

У третьому розділі викладені результати та аналіз досліджень властивостей пряно-ароматичної сировини як об'єкту сушіння. Експериментально досліджені сорбційні характеристики м'яти перцевої та одержана залежність парціального тиску пари води на поверхні вологого матеріалу від вологовмісту і температури для області гігроскопічного стану. Визначена теплота випаровування вологи під час сушіння пряно-ароматичної сировини. Здійснений вибір гранично допустимої температури нагріву м'яти перцевої.

Проведені дослідження кінетики процесу сушіння пряно-ароматичної сировини в залежності від параметрів сушильного агента (температури, вологовмісту, швидкості руху). Показано, що при конвективному сушінні пряно-ароматичної сировини єдиним дієвим методом інтенсифікації процесу є збільшення масообмінного напору шляхом зниження вологовмісту сушильного агента.

У четвертому розділі для реалізації енергоефективних режимів низькотемпературного сушіння м'яти перцевої обґрунтовано використання

конденсаційного методу сушіння з застосуванням теплового насосу, для вибору енергоефективних режимів роботи теплового насосу, проаналізовані три схеми підготовки теплоносія. Розроблений алгоритм розрахунку в Н-d діаграмі процесу зневоднення теплоносія. Розраховані енерговитрати при різних температурах, ступенях осушення теплоносія, а також при різних ефективностях рекуперативного теплообмінника.

У п'ятому розділі проведені дослідження, за якими отримано залежності коефіцієнта тепловіддачі та теплопередачі між каналами рекуперативного теплообмінника від швидкості руху повітря, також отримана залежність ефективності рекуператора від каналної швидкості теплоносія. Спроектований та виготовлений теплогенеруючий осушуючий теплонасосний агрегат для теплонасосної сушильної установки.

У висновках наведено основні результати дисертаційного дослідження, що вирішують важливі для технічної теплофізики задачі, які пов'язані з інтенсифікацією процесів тепломасообміну та зниженням енергоспоживання при зневодненні пряно-ароматичної сировини.

Зроблені здобувачкою висновки в основному відображають найбільш важливі наукові результати проведених досліджень і підтверджують їхню новизну.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 21 науковій публікації здобувачки, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичному науковому виданні, що проіндексована у базах даних Scopus; 1 стаття у наукових виданнях України; 2 статті в колективній монографії.

Також результати дисертації були апробовані на 15 наукових фахових конференціях.

Усі публікації розкривають наукові здобутки отримані підчас роботи над дисертацією та мають вагомий особистий внесок. Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Додатки 1, 2, 3, 4 в дисертаційній роботі не мають назв та посилання на сторінки в змісті.

2. На стор. 34 приведені посилання на рис 1.1, проте рисунок знаходиться на стор. 36. В такому випадку рисунок доречно винести в додаток, враховуючи, що зображення практично повністю займає сторінку. Окрім цього відсутнє посилання на літературне джерело в підрисуночному підписі.
3. Рис. 1.2 на стор. 37 потрібно було винести в додаток.
4. На рис. 1.7, на стор. 40 відсутнє посилання на джерело в підрисуночному підписі.
5. На стор. 42 приведено схему методів сушіння, проте відсутній підрисуночний підпис схеми, нумерація рисунку та посилання на літературне джерело.
6. На рис. 1.5, 1.6, 1.7, на стор. 52, 53, 54 відсутнє посилання на літературні джерела.
7. На стор. 57 приведена густина сірчаної кислоти без одиниць вимірювання, але густина не є безрозмірною величиною.
8. На стор. 87 формули 3.1 та 3.2 поганої якості, їх неможливо прочитати.
9. На рис. 3.4, на стор. 89 підрисуночний підпис сформульовано незрозуміло, зазвичай формулюють залежність однієї величини від іншої.
10. На стор. 93 приводиться термін «листоків», проте множина звучить як листя.
11. На рис. 4.5, на стор. 116 неможливо прочитати текст.
12. На стор. 135, рис. 5.10 та рис. 5.11 потрібно було винести в додаток.
13. У Розділі 5, на стор. 145 приведені рис. 3.16 та 3.17, що не відповідає наскрізній нумерації рисунків. У Розділі , нумерація завершується рис.3.11.
14. На рисунку 3.17, на стор. 145 вказано падіння тиску, проте, судячи з графіку, відбувається підвищення тиску, незрозуміла така розбіжність на графіку.
15. У дисертації перевищено загальний об'єм, що ускладнює сприйняття роботи в цілому.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Малащук Наталії Савівни на тему: «Інтенсифікація процесу зневоднення пряно-ароматичної сировини в теплонасосній сушарці» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для теплоенергетичної галузі.

Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувачка Малащук Наталія Савівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 – Електрична інженерія за спеціальністю 144 – Теплоенергетика.

Рецензент:

Пров.наук.співр. ІТТФ НАН України,
д.т.н., с.н.с.

Ірина ДУБОВКІНА



Підпис гр. *Ірини Дубовкіної*
ЗАВІРЯЮ
"16" *11* 20*23* р.
зв. канцелярією *[Signature]*