

## **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**

На сьогодні пряно-ароматичні трави активно використовують в харчовій та біотехнологічній промисловості, а також в фармацевтичному та парфумерно-косметичному виробництвах. Широке застосування даної сировини, окрім як природних ароматизаторів, зумовлене їх фітонцидною, антисептичною й бактерицидною дією на організм людини.

Сушіння є основним методом переробки пряно-ароматичної сировини. До технологій переробки ставлять підвищені вимоги з метою забезпечення високої якості готового продукту. В Україні промислова переробка пряно-ароматичних рослин має ряд труднощів. Під час сушіння для збереження біологічно активних речовин і ефірних олій в пряно-ароматичних травах потрібно забезпечити сталі оптимальні умови зневоднення. Організація контрольованого процесу сушіння дозволяє реалізувати оптимальні режими з точки зору збереження біологічно активних речовин та ефірних олій в висушеній продукції.

Сушіння нагрітим повітрям вимагає великих витрат енергії. Ця проблема обумовлена низькою енергетичною ефективністю сушарок, яка пов'язана з великими непродуктивними витратами теплоти. Тому вирішення питань зниження енерговитрат на видалення вологи, інтенсифікації процесу зневоднення при сушінні пряно-ароматичної сировини та максимального збереження ефірних олій є актуальним науково-технічним завданням. А дисертаційна робота Н.С. Малащук, що розкриває дану тему, є актуальною та має практичну цінність.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- 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. При цьому відбувається зменшення

рушійної сили масообміну. Показано, що найбільш дієвим механізмом інтенсифікації процесу є збільшення масообмінного напору шляхом зниження парціального тиску водяної пари в сушильному агенті;

- 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;

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

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

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

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

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

- одержані теплові характеристики полімерного рекуперативного теплообмінника.

Достовірність результатів експериментальних досліджень процесу сушіння м'яти підтверджуються узгодженістю їх з результатами аналітичних досліджень. Точність отриманих даних підтверджується розрахунком похибок експериментальних досліджень. А достовірність результатів досліджень теплогенеруючого теплонасосного агрегата для конвективної сушарки камерного типу підтверджуються актами випробувань.

Таким чином, поставлені в роботі задачі з розроблення ефективного методу інтенсифікації процесу сушіння пряно-ароматичної сировини та підвищення енергоефективності процесу зневоднення повною мірою виконані.

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувачки Малашук 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 складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, описано методи дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Також надано

інформацію про наукові публікації та апробацію на наукових конференціях та показано зв'язок роботи з науково-дослідними роботами.

У першому розділі відображено актуальність даної тематики. Представлено обґрунтування вибору методів і режимів зневоднення рослинних матеріалів, проведено аналіз літературних джерел сучасних способів сушіння пряно-ароматичної сировини.

У другому розділі наведені принципові схеми експериментальних установок, описані методики проведення досліджень, визначені показники точності вимірювання та межі допустимої похибки.

У третьому розділі надані результати та аналіз комплексних досліджень пряно-ароматичної сировини як об'єкта сушіння. Проведені дослідження сорбційних властивостей пряно-ароматичних трав. Експериментально одержані питомі витрати теплоти на сушіння листя м'яти перцевої та виявлений вплив летких речовин ефірної олії м'яти на теплоту випаровування. Надані результати експериментальних досліджень кінетики процесу сушіння і визначені основні закономірності тепломасообміну при зневодненні пряно-ароматичної сировини.

У четвертому розділі приведений аналіз технологічних схем включення теплових насосів у теплогенеруючі системи конвективних сушарок. Розроблена методика розрахунку процесу сушіння в теплонасосній сушарці з рекуперацією "холоду". Проведені дослідження впливу тепловологісних параметрів сушильного агента на енергетичні показники роботи теплового насосу.

У п'ятому розділі представлена конвективна теплонасосна сушильна установка для переробки пряно-ароматичної сировини, були проведені дослідження на створеному рекуперативному теплообміннику.

В додатках наведені копії актів випробувань та копії акту введення в експлуатацію.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям теплоенергетика, зокрема збереження природних ресурсів.

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. Вона характеризується своєю цілісністю, змістовною завершеністю, логічною послідовністю викладеного матеріалу та достовірністю викладення матеріалів дослідження.

Матеріали дисертації розміщено послідовно з використанням загальноприйнятої термінології.

Дисертаційна робота має наступні структурні елементи: анотація (представлена українською та англійською мовами), зміст, перелік умовних позначень, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертації становить 168 сторінок.

Дисертаційна робота загалом оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», проте є деякі зауваження (детальніше далі).

### **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 закордонному спеціалізованому виданні; 2 статті в колективній монографії.

Також результати дисертації були на апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Усі публікації розкривають наукові здобутки отримані під час 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. В анотації та вступі елемент «Теоретичне та практичне значення одержаних результатів» (стор. 6 та 30) слід замінити на «Практичне значення одержаних результатів».
2. На стор. 31 явна описка «Апробація результатів *магістерської* дисертації».
3. У першому розділі визначено що температура сушильного агента пряно-ароматичних рослин, зокрема м'яти перцевої, не повинна перевищувати 35–40 °С, щоб запобігти втратам летких компонентів. З якою метою були проведені дослідження при 50 °С, представлені в третьому розділі?
4. В тексті дисертації не зовсім точно представлено нумерацію та оформлення рисунків та таблиць. Наприклад, у першому розділі порушений порядок нумерації рисунків, а на стор. 42 відсутній підпис рисунку; у п'ятому розділі таблиця має неправильну нумерацію 2.2 (с. 139), а у таблиці 5.3 (с. 144) відсутній підзаголовок, що знижує її інформативність.

5. Література у переліку посилань була оформлена різними стилями. Також слід було б додати відомості щодо індексування статей здобувачки в відповідних базах даних. Це покращило сприйняття опису наукових статей.
6. В тексті зустрічаються описки та стилістичні неточності.

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:**

к.т.н., с.н.с. ІТТФ НАН України

Тетяна КОРИНЧЕВСЬКА

