

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Вишнівського Віталія Миколайовича на тему **«Енергоефективна камерна сушарка з комбінованим нагрівом теплоносія»**, представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 14–Електрична інженерія за спеціальністю 144–Теплоенергетика

Актуальність теми дисертації.

Недосконалість технологічних процесів і експлуатація застарілого сушильного обладнання щорічно призводять до нераціональних витрат великої кількості енергоресурсів та сприяє значному забрудненню оточуючого середовища водяними парами, які відносяться до парникових газів. Частина витрат на енергію в загальній собівартості продукції вже в деяких випадках досягає 70 %, і з ростом цін на паливо вона буде збільшуватись. Це призводить до зростання цін на вироблену в країні продукцію, які можуть стати вищими за світові. Це знизить конкурентну спроможність цієї продукції на вітчизняному і світовому ринках.

Високі енергетичні витрати на процес сушіння матеріалів при високих цінах на пальне спонукають вирішувати проблеми щодо підвищення енергоефективності цих процесів. Одним зі шляхів її вирішення може бути створення нових камерних сушарок із застосуванням електричних нагрівачів теплоносія нового покоління.

Виходячи з цього, дисертаційну роботу Вишнівського Віталія Миколайовича, мета якої полягає в підвищенні енергоефективності сушіння колоїдних капілярно-пористих матеріалів в камерній сушарці шляхом застосування рециркуляції теплоносія та встановлення між зонами сушіння нових нагрівальних електричних елементів, слід вважати важливою та актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше досліджена кінетика процесу сушіння капусти білокачанної на конвективно - сушильному стенді із встановленим комбінованим нагрівом теплоносія, яка показала зменшення тривалості сушіння та підвищення якості матеріалу;

- вперше встановлено оптимальну температуру зневоднення амілопектинової кукурудзи, яка показала рівномірність прогріву матеріалу, що позитивно впливає на якість отриманого продукту;

- вперше проведені експериментальні дослідження на схожість амілопектинової кукурудзи від режимних параметрів сушіння;

- розраховані відносні коефіцієнти та коефіцієнти сушіння із узагальнених кривих сушіння та швидкості сушіння; отримані формули тривалості процесу, похибка дослідної від розрахункової не перевищує 5%;

- досліджено залежність числа Ребіндера (критерій оптимізації сушіння), який показав характер змін витрат енергії на випаровування вологи в процесі сушіння;

- вперше досліджено вплив товстоплівкових нагрівальних елементів на енергоефективність сушарки з комбінованим нагрівом теплоносія;

- досліджено витрати теплоти на випаровування 1 кг вологи в залежності від температури відпрацьованого сушильного агента.

Достовірність отриманих результатів підтверджена актами впровадження:

1. Апробація сушильної установки Інституту технічної теплофізики НАН України для розробки оптимальних режимів сушіння чаполочі пахучої (*Hierochloe odorata*, зубрівки).

2. Дослідження з підбору оптимального технологічного режиму по зневодненню зерна восковидної кукурудзи з використанням новітніх методів сушіння сировини для отримання аналітичних результатів та продуктів для їх подальших досліджень фізико-хімічних властивостей для оптимізації виробничих процесів.

Дисертаційна робота виконана згідно плану НДР Інституту технічної теплофізики НАН України у Відділі тепломасопереносу в теплотехнологіях за науковою тематикою:

1.7.1.879 «Наукові засади підвищення енергоефективності теплотехнологій при зневодненні колоїдних капілярно-пористих матеріалів» (ДР 0112U002650);

1.7.1.897 «Інтенсифікація тепломасопереносу при зневодненні колоїдних капілярно-пористих матеріалів та розроблення енергоефективного сушильного обладнання».

В цих дослідженнях автор даної дисертаційної роботи брав участь як виконавець, приймав участь в проведенні експериментальних досліджень, аналізі та обробці дослідних даних, підготовці публікацій під керівництвом д.т.н., с.н.с. Перової Ж.О.

Отже, поставлене завдання в дисертаційній роботі по розробці енергоефективної камерної сушарки з комбінованим нагрівом теплоносія, виконано повністю.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Вишневського В.М. 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, що призводить до зменшення енерговитрат на процес сушіння з максимальним збереженням якості продукції.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Вишневського Віталія Миколайовича 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, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 131 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми досліджень, сформульовано мету та завдання дослідження, наведено данні про зв'язок роботи з науковими програмами, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Надано дані про особистий внесок здобувача та перелік публікацій.

У першому розділі проведено аналіз літературних джерел, який показує, що найбільше застосування в теперішній час одержали конвективні сушильні установки, переваги яких полягають у простоті конструкції та експлуатації.

У зв'язку з цим актуальним стає питання щодо подальшого вдосконалення технічних засобів та технології сушіння плодоовочевої продукції, що спрямоване на зниження питомих витрат палива та електроенергії.

У другому розділі представлені методики для проведення і обробки результатів експериментальних досліджень, наведено опис приладів та установок, які підібрані для проведення експериментальних досліджень кінетики сушіння колоїдних капілярно-пористих матеріалів, наведено аналіз похибки досліджень.

У третьому розділі розглядаються заходи, спрямовані на вдосконалення експериментального стенду для дослідження процесів конвективного сушіння колоїдних капілярно-пористих матеріалів. Наведено опис модернізованого дослідного конвективно - сушильного стенду з комбінованим нагрівом теплоносія. Викладено результати дослідження кінетики сушіння кукурудзи на конвективному стенді. Встановлено залежність режимів сушіння від сорту кукурудзи. Досліджено залежність числа Ребіндера (як критерія оптимізації сушіння) від вологовмісту матеріалу, що обґрунтовує ефективність запропонованих режимів.

У четвертому розділі наведено результати випробовування в камерній сушарці товстоплівкових нагрівальних елементів. Показано, що на відміну від звичайних трубчатих електронагрівачів, вони мають кращу енергетичну ефективність та є оптимальними нагрівальними елементами для конвективних сушарок. Проведено порівняння двох способів сушіння в камерній сушарці, яке вказує на те, що інфрачервоне випромінювання при нагріванні матеріалу збільшує швидкість видалення з нього вологи в 4,85 рази.

У загальних висновках автором представлені наукові та практичні результати дисертаційної роботи.

В додатках наведено список опублікованих праць здобувача за темою дисертації та копії актів впровадження даної роботи.

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 12 публікаціях наукових робіт, у тому числі: 5 статей у наукових спеціалізованих виданнях України, перелік яких затверджено МОН України; 1 стаття представлена у виданні, яке включено до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS; 2 статті у наукових виданнях України; опубліковано 4 тези доповідей у збірниках матеріалів конференцій; подано 1 заявку на патент України на винахід.

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 здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Не пояснюється, яким чином підтримується сталий вологовміст повітря $d = 10$ г/кг с.п. протягом проведення тривалого у часі експерименту, а також як і коли цей вологовміст вимірюється. До речі, символ d відсутній в переліку умовних позначень.

2. В розділі 1 аналізується вплив температури теплоносія, його відносної вологості та швидкості руху повітря на тривалість сушіння. Але в розділі 3 аналізується лише вплив температури теплоносія на цей процес. Було б корисно дослідити також вплив швидкості руху теплоносія на інтенсивність процесу сушіння.

3. В підрозділі 3.3, де наведено результати дослідження кінетики процесу сушіння капусти білокачанної на стенді з інфрачервоним випромінюванням, не вказано, яка саме потужність випромінювача застосовувалася при проведенні експериментів, або який саме радіаційний тепловий потік створювався випромінювачем.

4. З кривих, що наведені на рис.3.10 - 3.25, випливає, що процес сушіння насіння кукурудзи завершується при досягненні зернами відносної вологості $W=13$ або 14 %. За цим значенням визначається також необхідний термін сушіння. Бажано було б пояснити, що означає ця гранична межа вологості і чому висушування проводиться саме до цього значення.

5. В роботі мстяться описки та стилістичні неточності: напевно у підпису до Рис. 4.11 міститься помилка; не зрозуміло зміст формули (4.3); до переліку умовних позначень внесені деякі символи, які в роботі не використовуються, та ін.

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 здобувача ступеня доктора філософії Вишнівського Віталія Миколайовича на тему «Енергоефективна камерна

сушарка з комбінованим нагрівом теплоносія» 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.

Здобувач Вишнівський Віталій Миколайович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14–Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

Рецензент:

головний науковий співробітник
ІТТФ НАН України
д.т.н., с.н.с.



Борис ДАВИДЕНКО

