

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

д. т. н., с. н. с. Горобця Валерія Григоровича
на дисертаційну роботу Пазюка Вадима Михайловича
«Теплотехнічні основи сушіння насінневого зерна», представлену
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова
теплоенергетика.

Актуальність теми дисертаційної роботи

Процеси сушіння і зберігання рослинної продукції відіграють важливу роль і в значній мірі впливають на продуктивність роботи АПК України. Сьогодні на сушіння зерна витрачається до 20% всіх енерговитрат необхідних на вирощування і збір врожаю. В Україні більшість сушильних установок припадає на морально і фізично застарілі прямоточні ДСП-32, близько 10% складають модернізовані моделі ДСП-50 та рециркуляційні сушарки РД. Зростає тенденція до встановлення зерносушарок імпортного виробництва, доля яких невпинно зростає. Значного попиту набувають сушарки середньої та малої продуктивності особливо для сушіння зерна насінневого призначення.

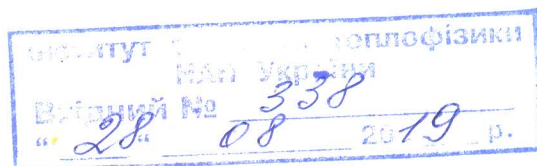
Великі енергетичні витрати на процес сушіння зерна в існуючих зерносушарках вимагає розробки нового енергоефективного сушильного обладнання.

Термолабільні властивості зернових культур вимагають ретельного підходу до вибору оптимального теплового режиму сушіння з урахуванням гранично допустимих температур нагрівання матеріалу та тривалості проведення процесу. Особливо це стосується сушіння зерна насінневого призначення, бо від правильно обраних режимів залежить якість насіння та врожай наступного року.

Аналіз останніх досягнень в області розробки нового обладнання для сушіння насінневої продукції показує, що тема дисертації, яка присвячена дослідженню перспективних методів сушіння і розробці енергоефективних сушарок, є актуальною як з наукової, так і прикладної точок зору.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота відповідає тематичному напрямку «Перспективні технології агропромислового комплексу та переробної промисловості» (Постанова Кабінету Міністрів України №942 від 7.09.2011). Вона виконувалась за державними тематиками: «Конденсаційний метод сушіння зернових матеріалів з використанням теплонасосної зерносушарки»



(0109U002801), «Енергоефективні методи переробки рослинної сировини для отримання функціональних харчових порошків» (0112U000453).

Структура та обсяг дисертації

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою. Роботу Пазюка В.М. виконано в Інституті технічної теплофізики Національної академії наук України. Дисертаційна робота викладена на 383 сторінках, складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та 5 додатків. Основний текст роботи викладений на 330 сторінках, має 56 таблиць, 166 рисунків. Список використаних бібліографічних джерел містить 258 найменувань.

Оформлення дисертації, стиль викладу та мова дисертаційної роботи

Дисертаційна робота оформлена відповідно до стандарту ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки й техніки. Структура і правила оформлення». Матеріал дисертації викладено в послідовності, що відповідає поставленим в роботі завданням, текст дисертаційної роботи написано у науковому стилі. Обсяг і структура роботи відповідають вимогам, які встановлено АК МОН України.

Стиль висловлювання та подача матеріалу досліджень є логічними, послідовними і зв'язаними єдиною цільовою спрямованістю. Стиль викладу матеріалу дисертації, висновків, наукових положень є притаманним науковим дослідженням. Мова дисертації лаконічна, термінологічно відповідає сучасним нормам, коректна та зрозуміла.

Зміст дисертації, об'єкт і предмет дослідження відповідають паспорту спеціальності 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика як за формулою спеціальності, так і за напрямками досліджень.

Основний зміст роботи.

У вступі наведено обґрунтування необхідності проведення досліджень за темою дисертації, формулювання наукової проблеми та розкриття її сутності, подання наукових і практичних результатів роботи, даних по апробації роботи.

В першому розділі „Сучасний стан проблеми енергоефективності процесів сушіння насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур” представлений аналіз сучасних світових тенденцій з розвитку наукових досліджень із сушіння насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур. Розглянуто сучасний стан технології та обладнання для

сушіння насінневих культур та заходи направлені на підвищення енергоефективності процесу.

Особливу увагу приділено застосування енергоефективних схем для сушіння рослинних матеріалів із тепловими насосами, що можуть бути реалізовані для сушіння насінневого матеріалу.

У другому розділі „Характеристика насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур як об’єкт сушіння, експериментальні установки та методики досліджень” представлено об’єкт, предмет і методи досліджень.

Проведено аналіз публікацій з визначенням фізико-механічних, хімічних, гігроскопічних і теплофізичних характеристик насінневих матеріалів. Було визначено, що властивості насіння овочевих культур потребують більш детального дослідження.

Представлені загальновідомі положення теорії тепломасопереносу при сушінні капілярно-пористих матеріалів при вирішенні математичного опису процесу сушіння через диференційні або критеріальні рівняння.

Методика математичного планування за ортогональним планом другого порядку при сушінні насіння зернових культур дозволяє досліджувати вплив на об’єкт одночасно всіх факторів, змінюючи їх рівні відповідним наперед розробленим планом. Модель оптимізації процесу сушіння визначається у вигляді функції записано у вигляді регресійного рівняння та із побудови трьохмірних залежностей якісних та кінетичних характеристик.

Надано опис експериментальних сушильних стендів (конвективний та теплонасосний), на яких проведені дослідження із кінетики сушіння насінневого матеріалу.

Також наведена методика роботи експериментальних стендів та стандартна методика визначення якісних характеристик насіння.

В третьому розділі „Дослідження кінетики сушіння та якості насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур” проведені дослідження закономірностей впливу режимів сушіння на кінетику процесу сушіння та якість насінневого матеріалу.

Розроблені та обґрунтовані інтенсивні режими сушіння насінневих матеріалів на основі експериментальних даних та якісних характеристик. Процес сушіння насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур в елементарному шарі на конвективному сушильному стенді проходить в період падаючої швидкості сушіння.

Визначений трьохфакторний вплив (температури та швидкості руху теплоносія, початкової вологості матеріалу) на схожість, тривалість сушіння та температуру нагрівання насіння за методикою математичного планування за

ортогональним планом другого порядку – отримані рівняння регресії та поверхні відгуку.

Розроблена методика для визначення граничнодопустимої температури нагрівання насіння зернових культур та необхідної температури нагрівання теплоносія від схожості за результатами експериментальних досліджень.

Досліджено зміну вологовмісту теплоносія на тривалість сушіння насіння пшениці, ячменю, вівса та ріпаку, що показало збільшення інтенсивності процесу на 12 – 19%.

За результатами експериментальних досліджень вперше розроблені ступеневі режими сушіння насіннєвого матеріалу, що зменшило тривалість сушіння в 1,7 – 3,4 рази, зменшити витрати енерговитрат на 62% при схожості насіння 98 – 100%.

У четвертому розділі „Дослідження кінетики сушіння насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур на сушильних стендах із тепловим насосом” вказало на доцільність використання теплових насосів для сушіння насіннєвих культур.

Розроблені сушильні стенди із тепловим насосом для сушіння насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур в яких реалізовані енергоефективні режими сушіння із зниженим вологовмістом теплоносія.

Енергетичні витрати в енергоефективних режимах сушіння зменшуються на 40%, інтенсивність процесу на 37%, схожість насіння 98 – 100%.

Процес сушіння насіння пшениці, ячменю, вівса, ріпаку та сої проходить в періоди постійної та падаючої швидкості сушіння, температура нагрівання насіння складає 36 - 42°C (для насіння пшениці, ячменю, вівса, ріпаку) і 52°C (насіння сої).

Схожість насіння після сушіння на стенді із тепловим насосом становить 100%, інтенсивність росту відбувається активніше ніж при сушінні на конвективному стенді.

В п'ятому розділі „Дослідження тепломасообміну при зневодненні насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур” представлені методи дослідження тепломасообміну при сушіння насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур.

Теоретичні дослідження кінетики сушіння проводили через узагальнення характеру протікання процесу на насінні із кожної групи: зернові – пшениця, олійні – соя, овочеві – гарбуз, технічні – ріпак.

В результаті проведених теоретичних досліджень визначені коефіцієнти сушіння, швидкості сушіння та розрахована загальна тривалість сушіння насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур.

При порівнянні дослідної та розрахункової тривалості сушіння насіння пшениці, сої, гарбуза та ріпаку відхилення значень не перевищує 3%.

Визначені теплофізичні та тепломасообмінні характеристики насінневих матеріалів, що вказують на особливості протікання процесу для різних культур.

У шостому розділі „Розробка енергоефективних теплотехнологій та обладнання для отримання насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур” На основі комплексного дослідження розроблено енергоефективні теплотехнології та технологічно-апаратурні схеми виробництва насінневих культур із встановленням сушильних установок з тепловим насосом.

Розроблена теплотехнічна схема п'ятизонної шахтної зерносушарки із застосування ступеневих режимів сушіння та теплового насосу із дизель генератором ДвГА-315. Запропоновані технічні рішення дали змогу зменшити питомі витрати теплоти до 3024 кДж/кг вип. вологи.

При виробництві насіння овочевих культур розроблені безвідходні технології із отриманням насіння та харчових порошків в яких реалізовані розроблені режими сушіння та запропоновані тунельні сушарки із багатозонною сушильною камерою. В якості теплогенераторів для сушіння насінневого матеріалу застосовують теплові насоси.

Розрахована собівартість насіння гарбуза та гарбузового порошку на 38 – 63% нижче за рахунок використання відходів із гарбуза. Основні витрати становлять енергетичні витрати та заробітна плата працівників.

Запропоновані науково-технічні рішення впроваджені на фермерських господарствах та на ТОВ “Іжа майбутнього”.

Розроблено і затверджено нормативну документацію на виробництво нових видів харчових порошків, яка була узгоджена з МОЗ України, пройшла державну перевірку і була зареєстрована в ДП «Укрметртестстандарт».

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Аналіз дисертаційної роботи Пазюка В.М. дає підстави стверджувати, що викладені в дисертації наукові положення та висновки є науково обґрунтованими, достовірними та мають теоретичне та практичне значення. Це переконливо підтверджено використанням широкого спектру сучасних загальноприйнятих і оригінальних методів дослідження застосуванням математико-статистичних методів планування та опрацювання результатів експериментів з використанням обчислювальної техніки.

Наукові результати узгоджуються із загальновідомими теоретичними положеннями методології сушіння та технології отримання харчових порошоків, доповнюючи їх, що свідчить про теоретичну цінність дисертації.

Обґрунтованість наукових положень та їх позитивне використання підтверджується апробацією результатів експериментальних досліджень у виробничих умовах.

Наукова новизна отриманих результатів

В дисертації отримано наступні наукові результати:

– в результаті поглибленого дослідження кінетики сушіння насінневого матеріалу отримано нові дані щодо якісних і кількісних характеристик режимів сушіння;

– визначено гранично допустиму температуру нагрівання насіння зернових культур за даними експериментальних досліджень кінетики процесу та якісних характеристик матеріалу;

– вперше на основі експериментальних досліджень розроблено методику графічного визначення гранично допустимої температури нагрівання насіння зернових культур

– вперше досліджено вплив ступеневого режиму на кінетику сушіння та схожість насіння зернових, олійних, овочевих і технічних культур, який дає можливість суттєво зменшити енерговитрати та покращити схожість насінневого матеріалу;

– вперше досліджено кінетику сушіння насінневого зерна для неперервного та ступеневого режимів в сушильних установках камерного і шахтного типів із тепловим насосом, що дало можливість зменшити до 40% питомі витрати теплоти порівняно з нормативними витратами та покращити схожість зерна різних культур;

– знайдено основні закономірності процесів сушіння насінневого зерна з використанням ступеневих режимів сушіння і теплонасосного обладнання, на основі яких розроблено нові енергоефективні теплотехнології та обладнання для виробництва насіння зернових, олійних, овочевих та технічних культур;

Новизну науково-технічних рішень, запропонованих в дисертаційній роботі, підтверджено 3 патентами України на винахід.

Практичне значення одержаних результатів

На основі результатів реалізації наукової концепції, проведених теоретичних і експериментальних досліджень удосконалено наукові підходи до оцінки кінетики сушіння та якості насінневого матеріалу, наукового

обґрунтування та розробці енергоефективних режимів сушіння, а також розробці та удосконаленню технології виробництва насінневих матеріалів.

За результатами роботи впроваджені розроблені технології та обладнання на 3-х підприємствах: фермерське господарство “Євгенія” (Кіровоградської обл.), “Людмила-агро” (Вінницької обл.) і на ТОВ “Іжа майбутнього” (м. Київ).

Впровадження результатів роботи підтверджені відповідними актами.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Про необхідний ступінь наукового обґрунтування основних положень дисертаційної роботи свідчить всебічна апробація результатів у вигляді публікацій, доповідей на науково-практичних конференціях. Так, за темою дисертаційної роботи опубліковано 45 наукових праць, серед них – 3 монографії, 25 статей (7 статей у наукометричних базах *Index Copernicus*, *SCOPUS*, *WEB OF SCIENCE*, 23 статті у фахових виданнях за переліком МОН України), 10 тез та матеріалів доповідей на міжнародних наукових конференціях, одержано 3 патенти України на винахід та розроблені 4 ТУ України.

Основні результати роботи доповідались на 20 міжнародних конференціях.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертаційної роботи

Зміст автореферату є ідентичним до змісту дисертації і достатньо повно відображає основні положення дослідження.

Автореферат розкриває основні положення дисертації, у достатній мірі відтворює структуру і обсяг роботи. Дисертація та автореферат оформлені у відповідності до вимог оформлення кандидатських дисертацій.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи та автореферату

При загальній позитивній оцінці одержаних в роботі результатів і зроблених дисертантом висновків вважаю за необхідне зробити наступні зауваження.

1. В розділі 1, присвяченому огляду сучасних технологій сушіння зернового матеріалу, недостатньо посилань на публікації зарубіжних авторів, в яких використовувались ступеневі режими сушіння і теплонасосні технології, а також гібридні технології з використанням сонячних колекторів і теплових насосів.
2. В розділі 3 при сушінні насіння різних культур при використанні ступеневих режимів сушіння вказано на зменшення тривалості сушіння порівняно з неперервним режимом, але не вказані кількісні показники зменшення енерговитрат, що являється важливим показником для сушарок.
3. Теоретичне дослідження процесів сушіння викладене в розділі 5 базується на відомих методиках (В. В. Краснікова та В.А. Данілова), але бажано включити власні теоретичні розробки при проведенні цих розрахунках. Неясно, де в дисертаційній роботі використовувались результати теоретичних розрахунків.
4. На рис. 5.10 наведено порівняння дослідної і розрахункової тривалості сушіння технічних культур. Незрозуміло з якою метою проводилось це порівняння, адже отримана розрахункова крива базується на експериментальних даних.
5. В тексті дисертації є ряд погрешностей та граматичних помилок:
 - на стор. 118 замість «гісторезису» потрібно використовувати «гістерезису»;
 - на рис. 2.2 стор. 128 відсутня назва координати по осі абсцис;
 - на стор. 177 у фразі «Збільшення швидкості руху теплоносія від 0,5 до 1,5 м/с збільшує тривалість сушіння ячменю в 1,24 рази (рис. 3.24)». Необхідно замість «збільшує» використовувати «зменшує»;
 - на стор. 254 замість «в псевдоожигеному шарі» необхідно використовувати «в псевдорозрідженому шарі».

Загальний висновок та відповідність дисертації вимогам

В цілому, зроблені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Пазюка В.М. Дисертація є самостійним і завершеним науковим дослідженням, в якому отримані нові науково обґрунтовані результати. Означена в роботі мета досягнута, поставлені завдання вирішені. Основні положення дисертації належним чином висвітлені в опублікованих наукових працях, пройшли апробацію на конференціях, впроваджені в практичну й освітянську діяльність. Зміст автореферату,

основних положень, викладених в ньому, ідентичний змісту дисертації. Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам. Загальна оцінка дисертації – позитивна.

З урахуванням аналізу дисертаційної роботи і матеріалів наведених у відгуку вважаю, що дисертаційна робота «Теплотехнічні основи сушіння насінневого зерна» відповідає паспорту спеціальності 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика та вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р., а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика.

Офіційний опонент:

Доктор технічних наук,
старший науковий співробітник,
завідувач кафедри теплоенергетики
Національного університету біоресурсів
і природокористування України

В.Г. Горобець

