

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника, завідувача відділу перспективних технологій і технічних засобів для збирання, обробки та зберігання врожаю зернових і олійних культур Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільськогосподарства» Національної академії аграрних наук України **Степаненка Сергія Петровича** на дисертаційну роботу **Присяжнюка Дмитра Володимировича** «Обґрунтування параметрів процесу та розробка віброозонуючого комплексу для сушіння зернової сировини», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

На відгук представлені дисертація, автореферат, копії опублікованих робіт.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

Зростання виробництва і споживання енергії нерозривно пов'язано із розвитком суспільства, що на протязі свого розвитку веде боротьбу за збільшення свого енергетичного балансу.

При сушінні витрачається понад 70% енергії від загальних витрат на післязбиральну обробку зерна, що при запровадженні заходів із енергозбереження, значно зменшить загальні втрати теплоти.

Одним з напрямків підвищення енергоефективності та інтенсифікації процесу сушіння зерна є вібраційний спосіб. Основною перевагою вібраційного способу сушіння є створення віброкиплячого шару в наслідок чого збільшується об'єм шару зерна, значно знижується внутрішнє тертя в системі, що покращує перемішування зерна

Суттєво інтенсифікувати процес сушіння зернової сировини можна шляхом введення до складу сушильного агенту озону, перевагами застосування якого у складі сушильного агента є його високий окислювальний потенціал; можливість отримання на місці використання із атмосферного повітря; відсутність негативного впливу на навколишнє середовище.

Отже, зважаючи на все вищезгадане, можна зробити висновок, що тема дисертаційної роботи є актуальною.

Дослідження, що становлять основу дисертаційної роботи, виконувались у Вінницькому національному аграрному університеті за ініціативною науково-дослідною програмою на 2017-2020 рр. «Інтенсифікація процесів механічної обробки сільськогосподарської сировини за вібраційного впливу» (Державний реєстраційний номер 0117U004700), а також згідно договорів про творчу співпрацю Вінницького національного аграрного університету із ТОВ «ПК «Зоря Поділля», ФГ «Столипін» та СТОВ «Надія».

Все це також підкреслює актуальність теми дисертаційної роботи, яка спрямована на нове вирішення науково-прикладної задачі в агропромисловому комплексі країни.

2. Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва

Наукова новизна отриманих результатів Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

- вперше отримано математичну модель розподілу концентрації озону по глибині шару зерна під дією вібраційного впливу;
- визначено вплив факторів на ефективність технологічного процесу сушіння, які характеризують якісні і кількісні показники роботи віброозонуючого комплексу;
- вперше отримано теоретичні та експериментальні залежності концентрації озону в озоні повітряній суміші від віброприскорення сушильної камери за різних швидкостей руху сушильного агента.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що на основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень обґрунтовано раціональні параметри процесу та розробленого віброозонуючого комплексу для сушіння зернової сировини. Розроблено конструкторську документацію і створено дослідний зразок, який успішно пройшов випробування на виробничих потужностях ТОВ «ПК «Зоря Поділля», ФГ «Столипін», СТОВ «Надія».

Встановлено, що застосування розробленого комплексу знижує питомі енерговитрати на одиницю готової продукції з вологістю $W_k=14$ % при початковій вологості $W_n = 20$ % за використання комплексного теплофізичного впливу при тривалості обробки 160 хв.

Результати техніко-економічного оцінювання розробленого віброозонуючого комплексу для реалізації сушіння зернової сировини засвідчили, що його впровадження у виробництво порівняно з існуючим аналогом (СБЦ-3М) дає змогу отримати річний економічний ефект 66690 грн/рік за середнього терміну окупності 2,02 року.

3. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації є кількісно і якісно обґрунтованими. Ці положення, висновки і рекомендації сформульовані на основі проведених автором необхідних, в достатніх кількості і об'ємі, теоретичних та експериментальних досліджень з використанням типових і запропонованих здобувачем методів.

Всі наукові положення, які наведені в дисертації, підтверджені поданими у дисертації результатами теоретичних і експериментальних досліджень, а також результатами виробничих випробувань.

Результати дисертаційної роботи викладені у висновках після кожного розділу, а також у шести пунктах загальних висновків.

Перший пункт загальних висновків, у відповідності до першої поставленої задачі, вказує на результати проведеного аналізу особливостей виконання післязбиральної обробки зернової сировини, яка включає технологічну операцію зневоднення матеріалу. Огляд існуючих конструкцій серійних зернових сушарок дав змогу визначити цілий ряд недоліків сушильного обладнання, серед яких: неякісна обробка, значні енерговитрати, складність обслуговування, значна металоємність та вартість. Ґрунтуючись на сучасному рівні розвитку вібротехнологій і обладнання та використанні озону в різних галузях промисловості, було визначено необхідність їх використання для сушіння зернової сировини.

У другому висновку вказано, що в результаті теоретичних досліджень розроблена математична модель розподілу концентрації озону за глибиною шару зерна під дією вібраційного впливу. Отримані графічні та теоретичні залежності вперше дають змогу визначити продуктивність озонатора та інтенсивність розподілу концентрації озону за глибиною шару під дією вібраційного впливу в залежності від віброприскорення сушильної камери та швидкості руху сушильного агенту.

Третій висновок висвітлює результати розробки перспективної схеми та конструкції віброозонуючого комплексу для реалізації технологічного процесу сушіння, в якому зернова сировина, що обробляється, піддається вібраційному впливу з одночасною подачею сушильного агенту, який є сумішшю підігрітого повітря та озону заданої концентрації.

Четвертий висновок вказує на результати експериментальних досліджень, в результаті яких було отримано раціональні технологічні параметри досліджуваного процесу сушіння зернової сировини: віброприскорення $a=15-20 \text{ м/с}^2$, температура сушильного агенту $T_{CA}=50-55 \text{ }^\circ\text{C}$, концентрація озону $N_{O_3}=8-10 \text{ мг/м}^3$, час обробки $t_o=130-160 \text{ хв.}$

П'ятий висновок побудовано на порівнянні результатів теоретичних та експериментальних досліджень в результаті чого встановлено, що розбіжність становить 8-10% для робочого режиму. Це підтверджує адекватність розробленої математичної моделі.

Шостий висновок відноситься до завдання б і вказує на рекомендації виробництву. За результатами досліджень розроблено технічну документацію на віброозонуючий комплекс, який впроваджено на виробничих потужностях ТОВ «ПК «Зоря Поділля», ФГ «Столипін», СТОВ «Надія». Результати техніко-економічного оцінювання розробленого віброозонуючого комплексу для реалізації сушіння зернової сировини засвідчили, що провадження такого комплексу у виробництво дає змогу отримати річний економічний ефект 66690 грн./рік в порівнянні з існуючою зерносушаркою СБЦ-3М за середнього терміну окупності 2 роки.

4. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в 24 наукових працях (6,4 у.д.а.), серед яких 8 статей у фахових виданнях України (3,1 у.д.а.), 1 стаття в закордонному виданні (0,5 у.д.а.), 6 патентів України на корисну модель (1,1 у.д.а.), 9 тез наукових конференцій (1,7 у.д.а.).

5. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота Присяжнюка Д.В. представляє собою завершену наукову працю і складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків на 97 сторінках.

Повний обсяг роботи викладено на 250 сторінках комп'ютерного тексту (основна частина складає 153 сторінки), містить 56 рисунків, 21 таблицю.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та завдання, об'єкт і предмет досліджень, методи досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі представлено результати аналітичних досліджень стану проблеми по суті зернової сировини. Виділено основні недоліки традиційного зерносушильного обладнання і переваги вібраційних зернових сушарок та обґрунтовано доцільність їх використання. Розглянуто перспективність використання технології озонування при сушінні зернової сировини під час післязбиральної обробки у поєднанні з вібраційним впливом на оброблювану сировину. Представлено аналіз та класифікацію конструктивних схем традиційних та вібраційних сушарок. Сформульовано задачі досліджень.

На основі проведеного аналізу відомих конструкцій зернових сушарок зроблено висновок, що значного підвищення якості отриманої зернової сировини після сушіння та зниження енерговитрат даного технологічного процесу можна досягти шляхом комбінованої дії на оброблювану сировину вібраційного поля і озоноповітряної суміші в якості сушильного агента.

У другому розділі здійснено теоретичні дослідження сушіння зернової сировини за комплексної віброозонуючої дії.

Встановлено фактори, від яких залежать енергетична і технологічна ефективність процесу сушіння зерна в зерносушарках.

Розроблено математичну модель розподілу концентрації озону по глибині шару зерна під дією вібраційного впливу.

Визначено кінематичні, силові та енергетичні параметри вібрації. До основних енергетичних параметрів вібрації можна віднести роботу змушуючих сил та внутрішніх сил опору коливної системи. Робота зовнішніх сил створюється за рахунок віброзбуджувача та витрачається на подолання сил опору системи і забезпечення коливного руху робочих органів вібраційної машини за заданими параметрами.

Описано енергофізичні і термодинамічні процеси в електроозонаторі.

У третьому розділі наведено програму експериментальних досліджень,

описано розроблену дослідно-промислову модель віброозонуючого комплексу, подано методики проведення, обробки і аналізу результатів експериментальних досліджень.

Було розроблено електронний пристрій синтезу озону, для його генерації та наступної подачі до складу сушильного агенту, підібрано ряд експериментального оснащення для виявлення кількісної картини енерговитрат, чіткого контролю та регулювання параметрів сушіння зернової сировини з використанням віброозонуючого комплексу, а також визначення основних параметрів даного процесу.

В якості основних критеріїв оцінювання процесу сушіння зернової сировини було обрано її кінцеву вологість W_k , % та енерговитрати віброозонуючого комплексу N , кВт·год., які характеризуються впливом чотирьох найбільш вагомих факторів, що визначають кінетику даного процесу: віброприскорення a , м/с² як комплексний параметр динамічного стану вібросистеми; температура сушильного агенту T_{CA} , °C; концентрація озону N_{O_3} , мг/м³ та тривалість обробки у розробленому віброозонуючому комплексі t_0 , хв.

У *четвертому розділі* подано результати експериментальних досліджень віброозонуючого комплексу.

Визначено залежність схожості озимої пшениці сорту «Царівна» від часу обробки та концентрації озону у складі сушильного агенту.

Також досліджено знезаражувальні властивості озону в складі сушильного агенту при дії на спори головні і фузаріуму.

Після обробки експериментальних даних у статистичному середовищі Statistica 10.0 було отримано коефіцієнти комплексних рівнянь множинної регресії 2-го порядку та побудовано такі залежності:

- кінцева вологість зернової сировини від віброприскорення сушильної камери, температури сушильного агенту, концентрації озону та часу обробки;
- енерговитрати віброозонуючого комплексу від віброприскорення сушильної камери, температури сушильного агенту, концентрації озону та часу обробки.

На основі отриманих експериментальних даних побудовано карти Парето ефектів для оцінки впливу факторів на кінцеву вологість зернової сировини та споживані енерговитрати.

За результатами проведених експериментальних досліджень розробленого віброозонуючого комплексу на основі побудованих поверхонь відгуку досліджуваних процесів визначено раціональні технологічні параметри його роботи, значення яких отримано методом Крамера в математичному середовищі Mathcad 15.

Для встановлення адекватності отриманої математичної моделі розподілу концентрації озону по глибині шару зерна за вібраційного впливу побудовано серію експериментальних та теоретичних кривих, в результаті чого встановлено, що розбіжність між ними становить 8-10%.

У *п'ятому розділі* дисертації було виконано техніко-економічне оцінювання розробленого віброозонуючого комплексу для сушіння зернової

сировини. Впровадження такого комплексу у виробництво дає змогу отримати річний економічний ефект 66690 грн./рік в порівнянні з існуючою зерносушаркою СБЦ-3М за середнього терміну окупності 2 роки.

Визначено місце розробленого віброозонуючого комплексу в технологічній схемі післязбиральної обробки зернової сировини та виконано апробацію результатів досліджень.

Дисертація і автореферат написані діловою українською мовою з дотриманням наукового стилю. В роботі мають місце стилістичні і друкарські недоліки, які істотно не впливають на кінцевий результат і не знижують наукової цінності дисертації. Основні положення, що наведені у авторефераті, співпадають з дисертацією.

6. Дискусійні питання та зауваження щодо дисертаційної роботи

Повний аналіз дисертаційної роботи дозволяє вказати на деякі дискусійні питання та недоліки:

1. В авторефераті розмірність температури у різних формулах є різною – зустрічається як °С, так і °К.

2. Підписи координатних осей на рис. 8 та рис. 9 автореферату є дрібними та погано читаються і сприймаються.

3. В авторефераті бажано було б подати фото розробленого електронного пристрою синтезу озону.

4. В авторефераті бажано було б подати перелік експериментального оснащення (приладів та вимірювального обладнання).

5. Чи можна вважати, що температура та вологість повітря, з якого утворюється озон, впливають на концентрацію останнього. Якщо так, то як?

6. В дисертації мало інформації про деструктор озону. Бажано було б більш повно розкрити інформацію про нього.

7. Озон є шкідливим газом для здоров'я людини? Якщо так, то які конструктивні рішення були прийняті при розробці та виготовленні віброозонуючого комплексу по уникненню чи мінімізації впливу даного газу на організм людини?

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертаційна робота **Присяжнюка Дмитра Володимировича** на тему: «Обґрунтування параметрів процесу та розробка віброозонуючого комплексу для сушіння зернової сировини» є закінченою, самостійно виконаною науково-дослідною роботою, яка містить нові наукові положення, обґрунтовані технічні рішення, нове вирішення науково-прикладної задачі агропромислового комплексу з підвищення ефективності післязбиральної обробки зерна, має теоретичне і практичне значення. Актуальність теми, наукова новизна, закінченість досліджень в межах сформульованих мети і завдань досліджень, обґрунтованість і достовірність висновків заслуговують позитивної оцінки.


Зміст дисертації, її структура відповідають паспорту наукової спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського

виробництва.

За актуальністю розглянутої проблеми, науковим рівнем вирішенням поставленої задачі, загальним обсягом досліджень, теоретичною і практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає пунктам 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор, Присяжнюк Дмитро Володимирович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.


Офіційний опонент,

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,
завідувач відділу перспективних технологій і
технічних засобів для збирання, обробки та
зберігання врожаю зернових і олійних культур
Національного наукового центру
«Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства»
Національної академії аграрних наук України


Степаненко С.П.
«24» листопада 2019р.

Підпис Степаненка С.П. засвідчую:
Старший інспектор з кадрів




Скокова Н.О.
«24» листопада 2019р.