

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри аграрної інженерії Луцького національного технічного університету **Дідуха Володимира Федоровича** 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

За роки незалежності в Україні відбувається активний перерозподіл структури сільськогосподарського виробництва на користь рослинницької галузі. У перспективі до 2020 року планується наростити валовий збір продукції зернової групи до 100 млн. т. Післязбиральна обробка зерна визначає кількість і якість врожаю, параметри його зберігання. Однією з основних операцією в післязбиральній обробці зернових сумішей є доведення основної культури до вологості, яка дозволяє зберегти поживні властивості і насінневі якості. Вартість і терміни виконання послуг сушіння на елеваторах не завжди влаштовує господарства різних форм господарювання. Значні проблеми виникають при сушінні насінневих матеріалів, які обробляється порівняно малими партіями і вимагають особливого режиму сушіння. У державі щорічно піддається сушінню близько 20-30% всього зерна, особливо на територіях Півночі і Заходу.

Аналіз парку зерносушарок показує, що якість виконання технологічного процесу у більшості випадків ще не задовольняє сучасним вимогам. Для забезпечення високої продуктивності створенні громіздкі, метало - та енергоємні конструкції, складні в обслуговуванні та ремонті. Підготовка сушильного агенту пов'язана зі зміною його температурних параметрів, що впливає на екологічну і пожежну ситуацію навколишнього середовища.

В зв'язку з цим, тема дисертації, яка пов'язана з розробкою нових методів сушіння зернових культур, створення невеликих зерносушарок, які поєднують декілька способів інтенсифікації зневоднення матеріалу є актуальною задачею. До таких слід віднести вібраційні процеси, що відрізняються від відомих високою ефективністю і їх виконання у конструкціях сушарок сприятиме підвищенню швидкості сушіння, забезпечить гнучкість управління технологічним процесом.

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.

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 полягає у тому, що у роботі:

вперше розроблено технологічний процес сушіння зернової сировини з використанням сушильного агенту насиченого озоном і отримано математичну модель розподілу концентрації озону за глибиною шару матеріалу, що знаходиться під дією вібраційного впливу;

на основі прийнятного допущення щодо розповсюдження озоноповітряного потоку у вигляді плоского фронту, умови для якого забезпечує вібраційне розрихлення шару, вперше отримані теоретичні залежності, які дозволяють оцінити якісні та кількісні показники роботи віброозонуючого комплексу;

вперше встановлено фактори, від яких залежать енергетична і технологічна ефективність процесу сушіння зерна в сушарках з використанням сушильного агенту насиченого озоном і отримані теоретичні та експериментальні залежності, які враховують концентрацію озону та віброприскорення сушильної камери.

Отримало подальший розвиток науковий напрям моделювання процесу сушіння насінневих зернових сумішей з використанням озону для виявлення позитивного впливу на знезараження матеріалу від грибків і фузаріуму.

Запропоновано методики визначення дози обробки зерна озоноповітряною сумішшю та вимірювання концентрації озону.

Все це дало можливість розвинути новий науковий напрямок інтенсифікації процесів сушіння зернової сировини з використанням віброозонуючого впливу на матеріал.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці методів розрахунку процесів сушіння зернової сировини з врахуванням процесу вібрації, що сприяє проникненню у шар матеріалу сушильного агенту насиченого озоном. Такий комплексний підхід дозволив підвищити технологічні показники продуктивності та якості зернової сушарки. На базі розроблених наукових положень створено новий віброозонуючий комплекс, що

пройшов виробничу апробацію при сушінні зерна пшениці і рекомендований у виробництво.

Практичне значення одержаних результатів полягає також і в тому, що визначено новий напрям вдосконалення зернових сушарок, з можливістю надання їм багатофункціонального використання при існуючій базі машин для післязбирального обробітку сільськогосподарських культур а також у інших галузях при підготовці вологих матеріалів до зберігання.

Наукова технічна новизна підтверджується отриманими шістьма патентами України на корисні моделі.

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 методах.

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 $a=15-20$ м/с², температура сушильного агенту $T_{CA}=50-55$ °С, концентрація озону $N_{O_3}=8-10$ мг/м³, час обробки $t_o=130-160$ 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 6 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.

Всі шість пунктів висновків ґрунтуються на результатах досліджень приведених автором в матеріалах дисертаційної роботи, відносяться у різній мірі до поставлених задач із дев'яти пунктів, які виконані у повному обсязі. Пункти 3, 3 варто було б збільшити за інформаційним об'ємом.

4. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях

Результати досліджень, поданих автором в дисертаційній роботі апробовані на міжнародних науково-технічних конференціях і в достатньому обсязі відображені у 24 наукових працях, з них 8 статтях у фахових виданнях, у т.ч. 1 закордонних. Наведені публікації відтворюють основний зміст дисертації. Нові способи і технічні засоби інтенсифікації процесів просіювання захищені 6 патентами України на корисні моделі.

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, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми, розкрита сутність і стан науково - прикладної задачі, її значущість, висунуто припущення, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображено методи досліджень, сформульовані мета, завдання дослідження, визначено наукову і практичну цінність одержаних результатів.

У першому розділі приведено аналіз стану проблеми; наведено огляд і аналіз досліджень вітчизняних авторів; 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. Це стало основою для дослідження нового наукового напрямку з інтенсифікації процесу сушіння зернової сировини шляхом комбінованої дії на неї вібраційного поля і озоноповітряної суміші в якості сушильного агенту. В результаті проведеного аналізу визначено коло питань, які потребують вивчення та сформульовано завдання досліджень.

Варто було б більш чітко визначитись та дати класифікацію «зернової сировини» та обґрунтувати термін «віброзважений стан». Вказати також на особливості сушіння насінневих зернових матеріалів.

У другому розділі викладені теоретичні дослідження процесу сушіння зернової сировини за комплексної віброозонуючої дії. Встановлено фактори, від яких залежать енергетична і технологічна ефективність процесу сушіння зерна в зерносушарках.

В основу оцінки енергетичної ефективності пропонується залежність термічного коефіцієнта корисної дії, з врахуванням якого отримано залежність для визначення ККД зернової сушарки (ф.4 автореферату).

Розроблено математичну модель розподілу концентрації озону за глибиною шару зерна під дією вібраційного впливу з врахуванням швидкості поглинання озону зерновою сировиною з допущенням що це озоноповітряна суміш, яка має певне значення концентрації озону. Отримано рівняння (8 автореферат), розв'язок якого у математичному середовищі Statistica 10.0., дозволив встановити необхідну концентрацію озону для конкретних умов, в тому числі розрідженого шару зернової сировини.

Запропоновано формули та визначено кінематичні, силові та енергетичні параметри вібрації. До основних енергетичних параметрів вібрації віднесено роботу змушуючих сил та внутрішніх сил опору коливної системи.

Детально проведено аналіз робочих режимів електроозонатора, що призвело до перенасичення формулами даного розділу. В авторефераті важливо було б дати його схему, на якій відобразити потоки озону атмосферного повітря, сушильного агенту та, власне матеріалу, який обробляється.

У третьому розділі наведено програму експериментальних досліджень, описано розроблену дослідно-промислову модель віброозонуючого комплексу (рис. 2 автореферат), 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 експериментальне 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.

У тексті відсутні роз'яснення відносно рисунка 2 – Дослідна модель віброозонуючого комплексу. Це лише констатація факту, що ускладнює сприйняття матеріалу.

У *четвертому розділі* наведені результати експериментальних досліджень: вплив часу обробки та концентрації озону у складі сушильного агенту (рис. 3) на схожість озимої пшениці сорту «Царівна»; ефективність озону в складі сушильного агенту як незаражувальний препарат при дії на спори головні і фузаріуму (рис. 4, 5).

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

- кінцевої вологості 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 результатів побудовані карти Парето та визначено раціональні технологічні параметри роботи віброозонуючого комплексу (табл. 1), значення яких отримано методом Крамера в математичному середовищі Mathcad 15.

Не зовсім зрозуміло, чому для насінневих матеріалів рекомендується температура 50-55⁰С, час сушіння 130-160 хв.. Для якої початкової вологості зернової сировини?

У *п'ятому розділі* дисертації наведені результати випробувань віброозонуючого комплексу, які підтвердили підвищення продуктивності процесів сушіння зернової сировини: схожість зростає на 8-9% у порівнянні з сушінням без озонування; стан зараженості спорами головні і фузаріуму фактично прямує до нуля. Визначено місце розробленого віброозонуючого комплексу в технологічній схемі післязбиральної обробки зернової сировини та виконано апробацію результатів досліджень.

В авторефераті даний розділ варто було б доповнити рекомендаціями виробництву.

Дисертація і автореферат написані діловою українською мовою з дотриманням наукового стилю. Оцінюючи зміст дисертації в цілому слід відзначити, що матеріали всіх розділів логічно пов'язані і разом складають закінчену наукову роботу, яка вирішує науково – прикладну задачу відповідно до мети і висунутих завдань. Зміст, форма подачі матеріалу відповідають вимогам до кандидатських дисертацій. 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 відсутня схема віброозонуючого комплексу(рис. 3.1 - дисертація), а представлені фотографії (рис. 2) не дають розуміння протікання технологічного процесу зниження вологості матеріалу.

2. У розділі 1 п. 1.2. присвячений аналізу способам «назва – Способи і засоби....., що не відповідає», і п. 1.3 – схем та конструкцій сушарок, але не звернуто увагу на засоби приготування сушильного агенту, що є важливим для розробки та обґрунтування віброозонуючого комплексу.

3. Приготування сушильного агенту (в роботі озono – повітряної суміші) у значній мірі залежить від атмосферного повітря, його вологовмісту та температури, як вихідних параметрів і способу їх зміни. Якщо дослідження пов'язані з приготуванням СА, то варто було б провести аналіз такого процесу з використанням I – d діаграми.

4. П 1.4 присвячений перспективі підвищення якості оброблювального матеріалу. Серед окреслених «фізико-хімічних», «біологічних», «харчових», «смакових», що є основним? Чи сприяє озон «диханню», стр. 42.чи «пригнічує процеси, стр.46»? Ватро уточнити.

5. Висновок 3 у розділі 1 вказує на ефективність використання озону у різних галузях. Дане питання необхідно було б розкрити ширше.

6. В основу теоретичних досліджень поставлено два фактори: енергетична та технологічна ефективність процесу сушіння, які є взаємопов'язанні та залежать не тільки від засобу приготування СА, але й сушарки загалом. Чи можна розроблений зразок віброозонуючого комплексу вважати за пошук виготовлення високопродуктивної сушарки?

7. Припущення щодо «плоского шару для одноповітряного потоку», стр.63 потребує роз'яснення. У формулах теоретичних досліджень невдало вибрані буквені позначення: і процесах сушіння це «ентальпія»(ф. 3 – автореф.) і одночасно «швидкість сушіння – ф.4 автореф., ф. 2.12 – дис...». Термін «зневоложення» є не зрозумілим. Краще «зневоднення».

8. Отриманні окремі криві на основі експериментальних досліджень та представленні у вигляді графічних залежностей для проведення аналізу пікових значень варто було б згладити. Окремі під рисункові підписи мають протиріччя з текстом (напр..4,9, 4.14, 4.15).

9. Матеріал в авторефераті розділу 5 не несе інформації. П. 5.1.1 можна було б винести у додатки, так як це стандартна методика визначення експлуатаційної ефективності машини. Даний віброозонуючий комплекс обладнаний електричним підігрівом СА. Які рекомендації виробництву можна запропонувати на основі досліджень, якщо для об'єму базової сушарки (аналог БВ - 40) температуру з навколишнього середовища піднімали на 4-5⁰С.

9. В роботі зустрічаються стилістичні помилки, стр.72,128 не заповнені текстом. Теоретичні дослідження містять відомі формули (напр.2,37, 2.55). Неоднозначність тверджень, в першу чергу щодо сушильного агенту («вологе

повітря», «повітреозонуюча суміш і озоноповітряна суміш, стр. 65», «теплоагент, стр. 125»).

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: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри аграрної інженерії Луцького національного технічного університету

Дідух Володимир Федорович

