

РЕЦЕНЗІЯ

доктора технічних наук,
професора **БАНДУРИ Валентини Миколаївни**
на дисертацію **ЗОЗУЛЯК Оксани Володимирівни** на тему:
**«Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів
віброцентрового електроосмотичного зневоложення
високоволової сировини переробних і харчових виробництв»**,
подану на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 181 «Харчові технології»
галузі знань 18 «Виробництво та технології»

1. Ступінь актуальності обраної теми дисертації. Агропромисловий комплекс є одним із найбільших споживачів енергії. Серед багатьох процесів обробки харчової сировини великою енергоємністю виділяються процеси сушіння. Саме вони значною мірою визначають якість готового продукту та його собівартість, тому набуває актуальності пошук інноваційних технологічних та конструктивних рішень при розробленні сушильних систем, зокрема, застосовуючи механічні та фізико-механічні способи обробки як засіб підвищення рушійної сили процесу зневоложення.

Наукові дослідження, проведені авторкою, спрямовано на вирішення науково-технічної проблеми недостатньої техніко-технологічної ефективності процесів та обладнання для видалення вільної та умовно-зв'язаної вологи при забезпеченні структурної цілісності сировини та відповідно максимальному збереженні її вихідних властивостей, що вирішується за рахунок використання комбінованих фізико-механічних та тепломасообмінних технологічних засобів при інтенсифікації даних процесів через застосування вібраційних, відцентрових, електроосмотичних, фільтраційних та комбінованих фізико-механічних чинників, які забезпечують мінімізацію енерго- та матеріаловитрат.

Тому актуальним є пошук перспективних методів зневоложення вологонасичених сумішей, що забезпечують енергоефективність процесу сушіння за рахунок комбінованої дії фізико-механічної та підведення теплової енергії.

2. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації. Обґрунтованість сформульованих авторкою наукових положень базується на отриманих результатах експериментального моделювання та впровадженні розроблених апаратів у виробництво. Наведені у роботі висновки і рекомендації є достатньо обґрунтованими. Інформаційною базою проведених досліджень О. В. Зозуляк стали наукові праці закордонних та українських вчених щодо теми роботи. Теоретико-методична основа роботи авторки базується на аналізі світового досвіду вирішення проблем у процесах тепломасоперенесення.

Новизна сформульованого та доведеного авторкою наукового положення полягає у визначенні основних кінематичних, силових та енергетичних параметрів вібровідцентрового приводного механізму зневоложувача на основі розробленої математичної моделі руху виконавчих органів установки при обробці високоволової сипкої маси; визначенні основних електротехнічних параметрів та рушійної сили при використанні електроосмотичного ефекту зневоложувача на основі розробленої математичної моделі процесу електроосмотичного зневоложення сипкої технологічної маси за комбінованої вібромеханічної силової дії; розробленні критеріальної залежності, що враховує параметри фільтруючого центрифугування, вібраційної дії, тепломасообміну та процесу електроосмотичного зневоложення; визначенні силових, енергетичних й амплітудно-частотних характеристик розробленої коливальної системи при зневоложенні сипкої сировини за комбінованого вібромеханічного та електроосмотичного впливу.

У ході виконання роботи О. В. Зозуляк було отримано певний ряд вагомих результатів, а саме: розроблено та обґрунтовано режимні параметри зневоложення високоволової сировини, що дозволило зменшити енерговитрати та тривалість обробки. Розроблено адаптивну схему керування параметрами досліджуваного процесу зневоложення у коливній системі з керованим синхронним дебалансним вібробуджувачем.

Новизну запропонованих технічних та технологічних рішень підтверджено трьома патентами України на корисну модель.

3. Повнота викладення основних результатів дисертації в наукових публікаціях зарахованих за темою дисертації. У цілому роботу викладено змістовно. Стиль викладення – науковий. Дисертацію викладено на 258 сторінках. Робота складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Дисертація містить 91 рисунок, 15 таблиць та 6 додатків. Список використаних джерел налічує 164 джерела, у тому числі 11 латиницею.

Ключові положення дисертації опубліковано у 29 наукових працях, із яких стаття у науковому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science Core Collection, 13 статей у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, стаття у науковому виданні іншої держави, 3 патенти України на корисну модель, 10 тез наукових доповідей.

Виклад роботи логічний, послідовний і відповідає вимогам до опублікованих праць. Зміст роботи повністю відображає результати наукових досліджень і їх використання на практиці. Дисертацію оформлено відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України.

4. Відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Дисертація є самостійно написаною кваліфікаційною науковою працею із науково-обґрунтованими висновками та рекомендаціями, які подано здобувачкою для публічного захисту. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела. У роботі відсутнє привласнення чужих ідей, результатів або слів без оформлення належного цитування. У дисертаційному дослідженні О. В. Зозуляк відсутні порушення академічної доброчесності.

5. Особистий внесок здобувачки. Основну частину теоретичних та експериментальних досліджень здобувачкою виконано особисто. Авторкою проаналізовано науково-технічну та патентну літературу з технології зневоложення високоволової сировини. Розроблено методики математичної обробки отриманих результатів. Проведено планування багатофакторного експерименту. Розроблено промисловий вібровідцентровий електроосмотичний зневоложувач. Сформульовано основні положення та висновки.

6. Характеристика основних результатів роботи. У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та завдання дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувачки, відомості щодо реалізації та апробації результатів дисертації.

У першому розділі проведено оцінку закономірностей процесів технологічного зневоложення харчових та переробних виробництв, виявлено різноманітність та складність обладнання для обробки різної за властивостями продукції, що дозволило розробити класифікацію об'єктів дослідження та перспективні напрями досліджень.

На основі аналізу фізико-механічних властивостей об'єкта обробки було виявлено граничні параметри для тепломасообмінних, фізико-механічних та механічних дій на сировину та обґрунтовано ефективність комплексної поетапної дії таких чинників

як вібрація, центрифугування, електроосмотичне відтискування та конвективне сушіння для різного типу продукції.

Розроблено конструкційно-технологічну схему вібровідцентрового електроосмотичного зневоложувача, що відзначається технологічною гнучкістю, енергоощадністю, мінімізацією силової дії при обробці сировини з різними фізико-механічними властивостями.

У *другому розділі* розроблено методики визначення основних технологічних параметрів досліджуваної системи, а саме: при визначенні вологості, параметрів вібрації, електротехнічні властивості силового поля при реалізації електроосмотичного ефекту, температурні режими обробки. Сформовано факторний простір досліджуваних процесів зневоложення та обґрунтовані критерії оцінки, що дозволяють розробити критеріальне рівняння тепломасообміну при використанні теореми Федермана-Бекінгема для отриманих результатів експериментів.

У *третьому розділі* проведено математичне моделювання процесу вібраційного фільтраційно-осмотичного зневоложення. Отримано фізичну та параметричну моделі, на основі яких проведено математичне моделювання. Отримані закономірності зміни основних параметрів вібробуджувача машини дозволили обґрунтувати ефективні його робочі режими. Теоретичне дослідження електроосмотичної дифузії рідини за допомогою розробленої схеми зневоложувача дозволило отримати залежності для електродинамічних, гідродинамічних та силових параметрів процесу.

У *четвертому розділі* представлено комплекс експериментальних досліджень процесу зневоложення. У результаті приведених експериментальних досліджень було отримано основні параметри процесу вібровідцентрового електроосмотичного зневоложення харчового насіння баштанних та пектиномісткої сировини, що дозволило обґрунтувати робочі режими їх здійснення та перевірити адекватність математичної моделі.

Реалізація електроосмотичного ефекту в умовах розробленої машини дала можливість визначити такі характеристики силового поля: залежність швидкості зневоложення від асиметрії напівперіодів змінного струму, залежність зневоложення від густини струму, залежність швидкості зневоложення від частоти змінного струму, залежність швидкості вологовидалення від асиметрії напівперіодів струму при різній формі струму, залежність швидкості зневоложення від віброприскорення.

На основі теорії розмірностей та отриманих експериментальних даних досліджуваного процесу графоаналітичним способом було визначено критеріальне рівняння досліджуваної схеми зневоложення, що враховує як параметри тепломасообміну, вібромеханічні та електроосмотичні характеристики.

У *п'ятому розділі* представлено конструкцію промислового вібровідцентрового електроосмотичного зневоложувача. Проведено розрахунок та функціонально-вартісний аналіз досліджуваної машини та її аналогів на конкурентоспроможність, що виявив її високий рівень розробок, приведених у дисертації.

Висновки дисертації є логічними, обґрунтованими, чітко підкреслюють значимість проведених досліджень та отриманих результатів.

7. Зауваження та дискусійні питання щодо положень дисертації. Отримані наукові результати, їх теоретична обробка та узагальнення, дали змогу зробити вагомі та обґрунтовані висновки, котрі мають суттєве наукове та практичне значення. Водночас до дисертації виникли питання та зауваження:

1. Визначення силових, енергетичних та амплітудно-частотних характеристик не відноситься до наукової новизни: на мій погляд, потрібно визначити та представити результати даного впливу на перебіг досліджуваного процесу.

2. Розділ 3 називається «Математичне моделювання...», а де математичні моделі у підрозділах 3.1; 3.1.1; 3.1.2.

3. У роботі бажано було б показати криві, що описують швидкість сушіння для оцінки досліджуваного процесу зневоложення.

4. У роботі бажано було б дослідити коефіцієнт тепловіддачі та визначити критерій Нуссельта.

5. На рис. 4.6, 4.8, 4.10, 4.12, 4.16, 4.18 вказані параметри вологості становлять 800 %, а сировина висушується до 0 %. Чому так? Чому не однаково вибрані параметри для дослідження вологості харчового насіння баштанних культур та пектиномісткої сировини?

6. У розділі 5 представлено проведення функціонально-вартісного аналізу, хоча замість нього наведено визначення показників конкурентоспроможності.

7. Для більш ефективного порівняння існуючого та розробленого обладнання для видалення вологи із високовологої сировини необхідно було б показати питомі енерговитрати на здійснення процесу сушіння.

8. Список використаних джерел необхідно перевірити на відповідність оформлення до вимог і виправити відхилення, які зустрічаються.

Викладені зауваження до дисертації не є принциповими та не знижують загальної позитивної оцінки роботи та носять дискусійний характер.

Дисертація має практичне значення. Розроблена технічна документація, виготовлена та впроваджена у виробництво експериментально-промислова модель вібровідцентрового електроосмотичного зневоложувача на базі ТОВ «Компанія «Технопром-Продукт», м. Вінниця.

Загальний висновок. Дисертація Зозуляк Оксани Володимирівни на тему: «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів віброцентрового електроосмотичного зневоложення високовологої сировини переробних і харчових виробництв» є завершеним науковим дослідженням, виконаним самостійно. Наукові положення, висновки та рекомендації мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення, а також достатньо обґрунтовані. Зміст дисертації повністю розкриває тему, за якою виконувалася робота, відповідає меті й поставленим завданням. Результати наукового дослідження, висновки та рекомендації висвітлено в опублікованих наукових працях та пройшли апробацію на наукових конференціях. За змістом та оформленням дисертація відповідає вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 261 від 23 березня 2016 року, наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» і 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 № 44 від 12 січня 2022 року, а її авторка Зозуляк Оксана Володимирівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології».

Рецензент професор кафедри готельно-ресторанної справи та туризму Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор технічних наук, професор Валентина БАНДУРА