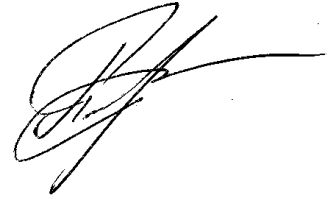


Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Полюсов Василь Вячеславович



УДК 677.051.2:677.31

**ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРґАНІВ ТРІПАЛЬНОЇ МАШИНИ
ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ВОВНИ**

05.05.11 – Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова "Асканія-Нова" – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства.

Науковий керівник: член-кореспондент НААН,
доктор технічних наук, професор
Шевченко Ігор Аркадійович,
Інститут олійних культур
Національної академії аграрних наук України,
директор.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Козаченко Олексій Васильович,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства ім. П.Василенка,
завідувач кафедри сільськогосподарських машин;

кандидат технічних наук, доцент
Кісільов Руслан Вікторович,
Центральноукраїнський національний технічний
університет, доцент кафедри сільськогосподарського
машинобудування.

Захист відбудеться «25» вересня 2020 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 23.073.01 у Центральноукраїнському національному технічному університеті за адресою: 25030, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Центральноукраїнського національного технічного університету за адресою: 25030, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8.

Автореферат розісланий «21» серпня 2020 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



В. М. Каліч

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Первинна обробка вовни – важлива і одна з головних складових технологічного процесу вовнового виробництва. Першим етапом первинної обробки забрудненої вовни є її сухе очищення шляхом тріпання. Існуючі в даний час конструкції тріпальних машин не в повній мірі відповідають вимогам до свого функціонального призначення, а саме: або не забезпечують необхідний ступінь очищення забрудненої вовни у процесі її оброблення, або порушують цілісність структури вовни в процесі її розпушування та тріпання, що негативно позначається на подальшій її обробці. Особливо це стосується процесу тріпання забрудненої грубої овечої вовни.

Тому дослідження, спрямовані на вирішення науково-практичної задачі підвищення ефективності процесу сухого очищення забрудненої овечої вовни при її обробленні на основі потенційно перспективних малогабаритних двобарабанних тріпальних машин, мають народногосподарське значення і є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дослідження, що складають основу дисертаційної роботи, проведено упродовж 2010-2014 рр. в Інституті механізації тваринництва Національної академії аграрних наук України (ІМТ НААН) в координації з Інститутом тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова "Асканія-Нова" – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства (ІТСР «Асканія-Нова» – ННСГЦВ) відповідно до Програм наукових досліджень Національної академії аграрних наук України (НААН) за темами: «Розробити новітні ресурсозберігаючі технологічні процеси та засоби механізації ведення високопродуктивного м'ясо-молочного вівчарства» (№ ДР 0106U004738) і «Розробити інноваційні технології конкурентоспроможного органічного виробництва продукції вівчарства півдня України» (№ ДР 0111U003256).

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень є підвищення ефективності процесу сухого очищення забрудненої вовни шляхом удосконалення конструкції малогабаритної тріпальної машини, обґрунтування та оптимізації її конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи.

Для досягнення поставленої мети висунуто **наукову гіпотезу**, згідно з якою підвищення ефективності процесу сухого очищення забрудненої вовни без руйнування цілісності її структури можна забезпечити шляхом застосування малогабаритної тріпальної машини з удосконаленим двобарабанним робочим органом, який забезпечує більш інтенсивну механічну ударну дію на забруднену вовну в процесі її тріпання.

Задачі дослідження:

– визначити напрями вдосконалення робочих органів існуючих конструкцій тріпальних машин для оброблення забруднених волокнистих матеріалів у процесі їх сухої очистки та обґрунтувати конструктивно-технологічну схему малогабаритної тріпальної машини з поетапним інтенсивним тріпанням забрудненої вовни;

– розробити математичну модель процесу взаємодії робочих органів малогабаритної тріпальної машини з масивом забрудненої вовни, яка узгоджує

вплив її фізико-механічних властивостей та конструктивно-технологічних параметрів малогабаритної тріпальної машини;

– визначити закономірності впливу конструктивно-технологічних параметрів малогабаритної тріпальної машини на показники продуктивності, якості та енергоємності процесу сухого очищення забрудненої вовни від домішок;

– обґрунтувати раціональні конструктивно-технологічні параметри малогабаритної тріпальної машини на основі аналітичних та експериментальних досліджень;

– визначити техніко-економічну ефективність запропонованої конструкції малогабаритної тріпальної машини за результатами впровадження досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес сухого очищення забрудненої вовни.

Предмет дослідження – закономірності взаємодії робочих органів малогабаритної тріпальної машини із забрудненою вовною за якісними та енергетичними показниками її роботи.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження базувались на аналізі взаємодії робочих органів малогабаритної тріпальної машини з шаром забрудненої вовни в процесі її сухого очищення на базі механіки суцільного середовища із використанням методів теоретичної механіки, диференціальних обчислень та механіко-математичного моделювання.

Експериментальні дослідження проводились в лабораторних і виробничих умовах з використанням як загальноприйнятих, так і згідно розроблених методик, та передбачали планування багатofакторних експериментів. Теоретичні розрахунки і аналіз експериментальних даних проводились з використанням програмного пакету Mathematica.

Наукова новизна одержаних результатів:

– *вперше* розроблено математичну модель процесу взаємодії двобарабанного робочого органу зі щільною кілковою гарнітурою розробленої малогабаритної тріпальної машини з масивом забрудненої вовни, яка узгоджує вплив фізико-механічних властивостей вовни (товщина й ширина шару вовни, границя міцності на розтяг, щільність вовни, коефіцієнти тертя об матеріали робочих органів, модуль деформації) та конструктивно-технологічних параметрів машини (зовнішні діаметри кілкових барабанів, діаметри живильних валків та їх кутові швидкості, діаметр прутків колосникових решіт, радіальний зазор між кілком барабана і прутком колосникового решета);

– *вперше* отримані закономірності зміни ступеня очищення забрудненої вовни, споживаної потужності процесу її тріпання і витрат енергії від режимних параметрів розробленої малогабаритної тріпальної машини (зусилля стискання живильних валків, зазор між живильними валками і кілками першого барабана, частота обертання першого барабана);

– *набуло подальшого розвитку* застосування способу ступінчастого оброблення забрудненого волокнистого матеріалу двобарабанним робочим

органом зі щільною кілковою гарнітурою, що забезпечить визначений рівень виконання технологічного процесу сухого очищення оброблюваного матеріалу.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень визначено раціональні конструктивно-технологічні параметри малогабаритної тріпальної машини, з використанням яких розроблено комплект конструкторської документації та виготовлено дослідний зразок малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12. Розроблена тріпальна машина МТ-001А-12 є складовою частиною створеного в ІМТ НААН технологічного модуля первинної обробки вовни ТМ ПОВ-8,0 з поетапним її сухим і вологим очищенням по ходу технологічного процесу.

Результати наукових досліджень прийняті й використані при удосконаленні технології й технологічного модуля первинної обробки вовни ТМ ПОВ-8,0 приватним підприємством «Романцов І. М.» (м. Запоріжжя) та ТОВ НВК «Прокс» (м. Дніпропетровськ) при виготовленні дослідного зразка малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12. Дослідний зразок малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 впроваджено та використано ДПДГ ІТСП "АСКАНІЯ-НОВА" (смт. Асканія-Нова).

Новизна технічних рішень при удосконаленні тріпальної машини і її робочих органів, захищена патентом України на корисну модель № 67982.

Особистий внесок здобувача. Основні результати, які відображають суть дисертаційної роботи, одержані здобувачем самостійно. Постановка задач, аналіз і трактування результатів виконано спільно з науковим керівником і частково зі співавторами публікацій.

Здобувачем особисто: досліджено сучасний стан проблеми та визначено перспективні напрямки вдосконалення робочих органів існуючих конструкцій тріпальних машин для сухого очищення забруднених волокнистих матеріалів [3-4, 14]; обґрунтовано конструктивно-технологічну схему малогабаритної тріпальної машини [5-6, 22]; теоретично обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри малогабаритної тріпальної машини [2, 7, 17]; досліджено пружні характеристики немітої овечої вовни [8, 15]; на основі експериментальних досліджень обґрунтовано раціональні конструктивно-технологічні параметри роботи тріпальної машини [9, 13]; визначено техніко-економічні показники при застосуванні тріпальної машини у складі ліній первинної обробки вовни [1, 10-12, 16, 18-21].

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідались на Науково-технічній конференції науково-педагогічних працівників за підсумками роботи в 2011 році (Україна, м. Дніпропетровськ, ДДАУ, 21 лютого 2012 р.), на Десятій міжнародній науково-методичній конференції «Інноваційні напрямки розвитку технічного сервісу машин» (Україна, м. Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка, 22-23 березня 2012 р.), на Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві» (Україна, м. Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка, 21-22 березня 2013 р.), на семінарі «Перспективні методи ведення вівчарства на Півдні України. Організація ефективного збуту продукції вівчарства» (Україна, Одеська область, Тарутинський район, с. Фрумушка-Нова, 26 квітня 2013 р., Проект технічної

допомоги USAID AgroInvest), на Міжнародній науково-практичній конференції «Стан та перспективи розвитку вівчарства в Україні» (Україна, м. Дніпропетровськ, ДДАУ, 16-17 травня 2013 р.), на XIV Міжнародній науковій конференції «Науково-технічні засади розробки, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій» (Україна, смт. Дослідницьке, УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 26-27 вересня 2013 р.), на IX Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки» (Україна, м. Кіровоград, КНТУ, 7-8 листопада 2013 р.) та на Міжнародній науково-практичній конференції «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» (Білорусь, м. Мінськ, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 16-17 жовтня 2013 р.).

В повному обсязі дисертація доповідалась й отримала позитивні відгуки на розширеному засіданні лабораторії технології виробництва і переробки продукції вівчарства Інституту тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова “Асканія-Нова” – Національного наукового селекційно-генетичного центру з вівчарства (25 червня 2020 р.), на засіданні наукового міжкафедрального семінару Центральноукраїнського національного технічного університету (30 червня 2020 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 21 науковій праці, у тому числі: 13 статей у спеціалізованих наукових виданнях України; 3 публікації у закордонних виданнях; 4 матеріали і тези у збірниках доповідей наукових конференцій; отримано 1 патент на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації складає 185 сторінок, у тому числі 12 додатків на 26 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 159 сторінок, містить 61 рисунок, 19 таблиць. Список використаних джерел нараховує 215 найменувань на 23 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, викладено її зв'язок з науковими програмами та планами, сформульовано мету й основні завдання досліджень, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів наукових досліджень.

У першому розділі «Сучасний стан проблеми і вибір напрямків досліджень» виконано аналіз існуючих технологій і технічних засобів для первинної обробки вовни, зокрема існуючих конструкцій малогабаритних тріпальних машин, проведено огляд робіт з теоретичних досліджень процесу сухого очищення забруднених волокнистих матеріалів. Наведено характеристику основних фізико-механічних і технологічних властивостей вовни як об'єкта обробки. Обґрунтовано необхідність удосконалення робочих органів існуючих конструкцій малогабаритних тріпальних машин для підвищення ефективності процесу сухого очищення забрудненої вовни у складі ліній її первинної обробки.

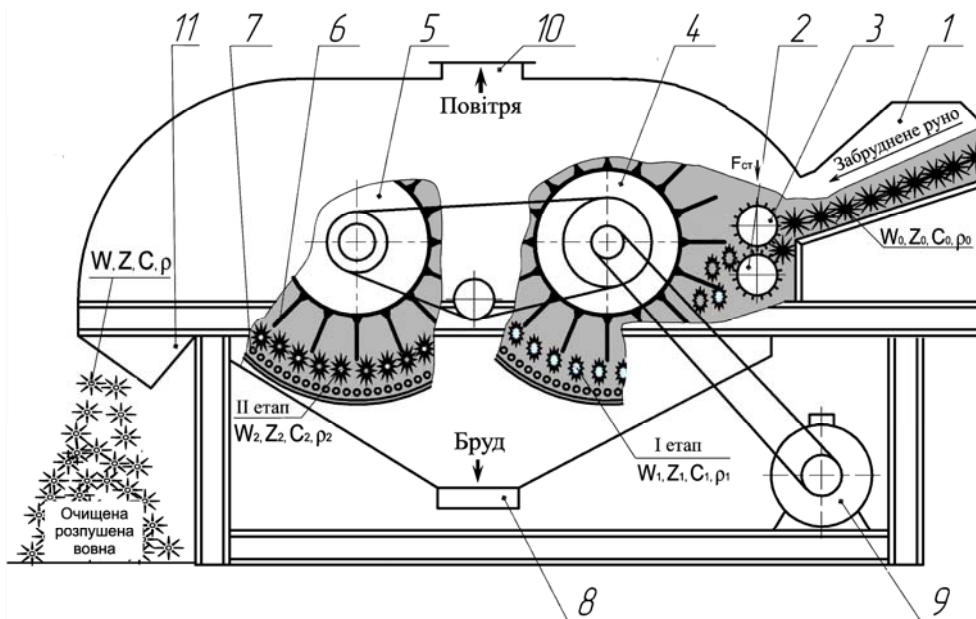
Технологічна задача підвищення якості очищення забрудненої вовни за останні роки набула значного поширення. Вирішенням цієї проблеми в свій час займалися такі відомі вчені, як М. Ф. Іванов, Т. І. Кузнецов, О. І. Ніколаєв, М. В. Рогачов, В. О. Федоров, Л. С. Горбунова, Л. Г. Васильєва, В. С. Козир. В подальшому цю проблему досліджували й розвивали С. Ф. Костров, Л. І. Захаров,

М. В. Горбачова, М. П. Підлесних, Ю. В. Логінов, К. Є. Розумєєв, М. К. Тимошенко, В. М. Туринський, О. М. Дубінін і А. І. Нестерова, В. І. Вороненко, В. О. Сухарльов, І. А. Шевченко, В. В. Лиходід, Е. Б. Алієв та інші дослідники. Дослідженнями взаємодії робочих органів в процесі очісування різних технологічних матеріалів займалися Л. В. Погорілий, П. А. Шабанов, О. В. Козаченко, О. М. Леженкін, Р. В. Кісільов та інші вчені. За їх теоретичними розробками створені сучасні машини для ліній первинної обробки вовни, в основу роботи яких покладено принцип сухого та вологого очищення вовни від бруду та рослинних домішок. Але на сьогодні найменш дослідженим є процес сухого очищення забрудненої рунної вовни, особливо на перших етапах її обробки. Аналізуючи результати досліджень зазначених авторів було визначено основні фактори, що впливають на ефективність процесу сухого очищення забрудненої вовни.

При вирішенні поставленої технологічної задачі нами висунуто робочу гіпотезу, визначено мету й сформульовано основні завдання наукових досліджень.

У другому розділі «Теоретичне обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів малогабаритної тріпальної машини» запропоновано вдосконалену конструкцію робочого органа малогабаритної тріпальної машини та розглянуто особливості процесу двоступінчастого сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни двобарабанным робочим органом з щільною кілковою гарнітурою.

Основною конструктивною особливістю малогабаритної тріпальної машини (рис. 1) є двобарабанный робочий орган з щільною кілковою гарнітурою, кілки якого у поєднанні та парній взаємодії забезпечують найінтенсивніше розпушування й тріпання забрудненої вовни в щадному режимі, без руйнування цілісності її структури в процесі обробки.

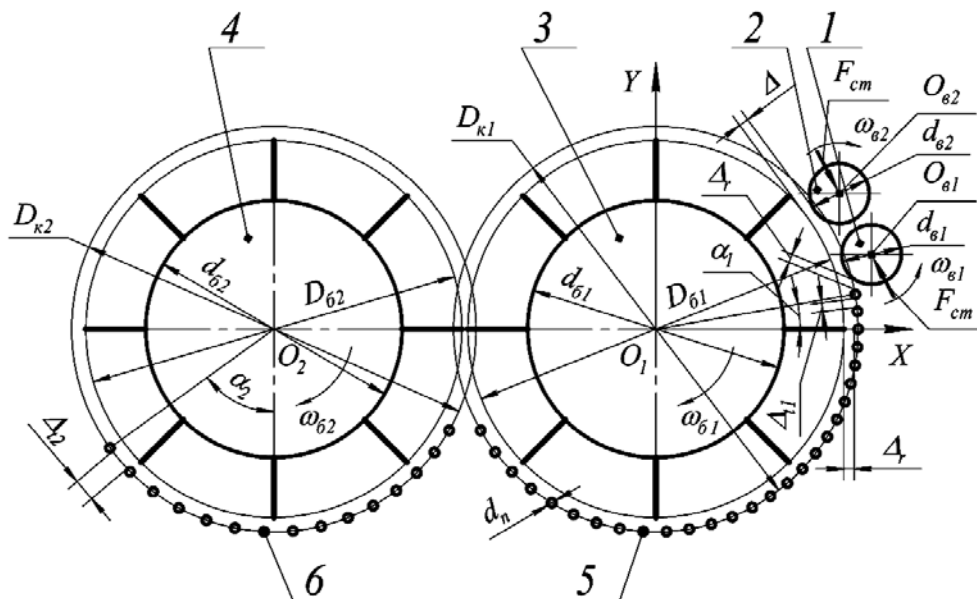


- 1 – завантажувальний лоток; 2 – ведучий валок; 3 – ведений валок; 4 – перший розпушувально-тріпальний барабан; 5 – другий розпушувально-тріпальний барабан; 6 – кілок; 7 – колосникове решето; 8 – вікно для видалення бруду; 9 – привод; 10 – вікно для видалення повітря; 11 – вивантажувальне вікно

Рисунок 1 – Конструктивно-технологічна схема малогабаритної тріпальної машини

В процесі роботи малогабаритної тріпальної машини руно овечої вовни з вологістю (W_0), забрудненістю (Z_0), вмістом вовняного жиру (C_0) й щільністю (ρ_0) розгортається по площині завантажувального лотка 1 і рівномірно подається в зону контакту живильних валків 2 і 3, де воно ущільнюється веденим валком 3, який тисне на нього із певним заданим зусиллям (F_{cm}) і далі поступає в зону роботи першого розпушувально-тріпального барабана 4. Ущільнений масив руна при виході із зони контакту живильних валків 2 і 3 розривається кілками 6 першого розпушувально-тріпального барабана 4 на дрібні шматочки і водночас розпушуються ними й тріпається об колосники колосникового решета 7, що знаходиться під першим розпушувально-тріпальним барабаном 4. При цьому певна частина незв'язаних забруднень через колосникове решето 7 випадає в нижню частину робочої камери тріпальної машини. *Це перший етап* сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни. Далі частково очищені від бруду шматочки розпушеної вовни з вологістю (W_1), забрудненістю (Z_1), вмістом вовняного жиру (C_1) й щільністю (ρ_1) поступають в зону роботи другого розпушувально-тріпального барабана 5, де вони кілками 6 цього барабана остаточно розпушуються й тріпаються об колосники колосникового решета 7, що знаходиться під другим розпушувально-тріпальним барабаном 5. При цьому остаточна частина незв'язаних забруднень через колосникове решето 7 випадає в нижню частину робочої камери тріпальної машини. Розпушена й протріпана на другому етапі овеча вовна з вологістю (W_2), забрудненістю (Z_2), вмістом вовняного жиру (C_2) й щільністю (ρ_2) через вивантажувальне вікно 12 кілками 6 другого розпушувально-тріпального барабана 5 видаляється з робочої камери тріпальної машини зовні. *Це другий етап* сухого очищення забрудненої овечої вовни. Далі очищена і розпушена вовна з вологістю (W), забрудненістю (Z), вмістом вовняного жиру (C) й щільністю (ρ) подається на подальшу обробку.

Розглянемо розрахункову схему малогабаритної тріпальної машини (рис. 2).



1,2 – живильні валки; 3,4 – кілкові барабани; 5,6 – колосникові решета

Рисунок 2 – Розрахункова схема малогабаритної тріпальної машини

Сила стискання живильних валків F_{cm} повинна бути достатньою для утворення сили тертя в жалі валків $F_{тр\ жс}$, яка в свою чергу перевищує зусилля руйнування масиву вовни F_p , тобто

$$F_{тр\ жс} > F_p. \quad (1)$$

Сила тертя в жалі валків

$$F_{тр\ жс} = f_\epsilon F_{cm}, \quad (2)$$

де f_ϵ – коефіцієнт тертя вовни по матеріалу поверхні живильних валків.

Зусилля руйнування масиву вовни

$$F_p = \sigma_p A, \quad (3)$$

де σ_p – границя міцності шару вовни, затисненої між живильними валками, на розтягування $\sigma_p = 4-6$ кПа;

A – площа поперечного перетину шару вовни.

$$A = bh, \quad (4)$$

де b – ширина шару вовни, приймаємо згідно технологічних вимог $b = 0,65$ м;
 h – товщина шару вовни, приймаємо згідно технологічних вимог $h = 0,04$ м.

Підставляючи (4) в (3), а отриманий вираз із (2) в (1) та вводячи коефіцієнт запасу стискування k ($k = 1,2-1,5$), й замінивши знак нерівності на рівність, отримаємо

$$F_{cm} = \frac{k \sigma_p b h}{f_\epsilon}. \quad (5)$$

Для визначення координат живильних валків розглянемо схему на рис. 3.

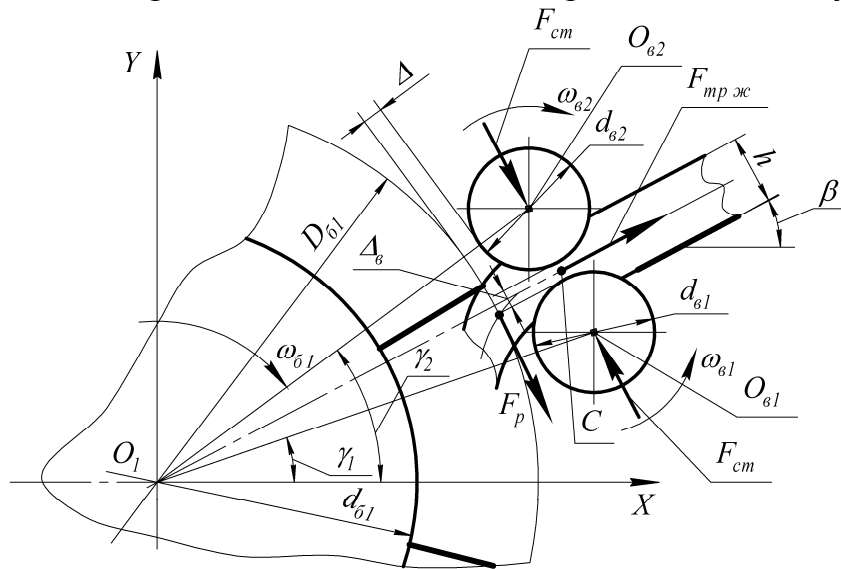


Рисунок 3 – Живильні валки з шаром затисненої вовни

Відстань між осями першого барабана і живильних валків

$$O_1O_{01} = O_1O_{02} = \frac{D_{01}}{2} + \Delta + \frac{d_{01}}{2}. \quad (6)$$

Кут між віссю O_1X й відрізком O_1O_{01}

$$\gamma_1 = \beta - \arcsin \frac{d_{01} + \Delta_\epsilon}{2 O_1O_{01}}, \quad (7)$$

де Δ_g – товщина стисненого шару вовни, $\Delta_g = 0,08-0,10 h$, м.

Кут між віссю O_1X і відрізком O_1O_{e2}

$$\gamma_2 = \beta + \arcsin \frac{d_{e2} + \Delta_g}{2 O_1 O_{e2}}. \quad (8)$$

Тоді координати живильних валків

$$x_{e1} = O_1 O_{e1} \cos \gamma_1; y_{e1} = O_1 O_{e1} \sin \gamma_1; x_{e2} = O_1 O_{e2} \cos \gamma_2; y_{e2} = O_1 O_{e2} \sin \gamma_2. \quad (9)$$

Основними вимогами ефективної роботи тріпальної машини є стабільний відрив шматочків від масиву вовни внаслідок ударної дії на нього кілкових барабанів (рис. 4). Для цього необхідно, щоб зусилля руйнування масиву вовни F_p було менше сили технологічного опору F , тобто

$$F_p < F. \quad (10)$$

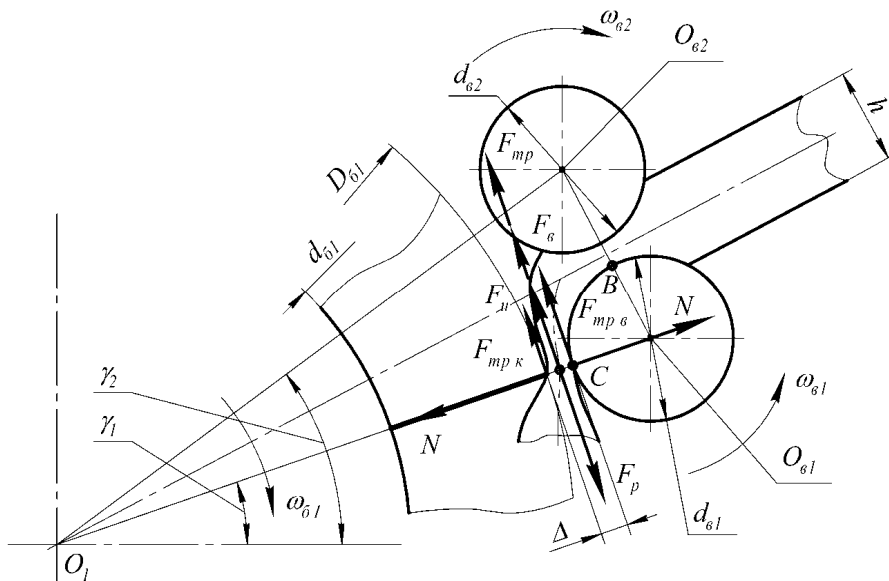


Рисунок 4 – Шматочок вовни в момент відриву від шару затисненої вовни

Сила технологічного опору

$$F = F_{mp} + F_e + F_u, \quad (11)$$

де F_{mp} – сила тертя шматочка вовни об робочі органи, Н; F_e – сила опору повітря переміщенню в ньому шматочка вовни, Н; F_u – сила інерції шматочка вовни, Н.

Сила тертя шматочка вовни об робочі органи

$$F_{mp} = (f_e + f_k) a_d \left(\rho \frac{h}{\Delta} \right)^{b_d} b d_{e1} \frac{\pi + \gamma_1 - \gamma_2}{4}. \quad (12)$$

де f_k – коефіцієнт тертя вовни об матеріал кілків; a_d і b_d – коефіцієнти степеневої функції, залежні від типу вовни і її вологості; ρ – щільність сухої вовни у вільному стані, $\rho = 48-53$ кг/м³; Δ – зазор між кілками першого барабана і живильними валками, м;

Сила опору повітря переміщенню в ньому шматочка вовни

$$F_e = \frac{1}{8} \left(5,31 - 11,71 \frac{(bh \omega_{e1} d_{e1} / (4\pi \omega_{\delta 1} z))^2 / 3}{bh + bl + hl} \right) \rho_e b l \omega_{\delta 1}^2 D_{\delta 1}^2. \quad (13)$$

де ℓ – довжина шматочка вовни, м; ρ_e – щільність повітря при 20 °С, $\rho_e = 1,21 \text{ кг/м}^3$; z – кількість рядів кілків на тріпальному барабані.

Сила інерції шматочка вовни

$$F_u = \rho b \frac{\omega_{\sigma 1} d_{\sigma 1} \omega_{\sigma 1} D_{\sigma 1}^2}{16\pi z}. \quad (14)$$

При роботі тріпальної машини вовна, розпушуючись, збільшує свій об'єм. Тому необхідно, щоб пропускна здатність другого кілкового барабана тріпальної машини була трохи більшою, ніж першого барабана, тобто

$$\omega_{\sigma 2} = k_{\omega} \omega_{\sigma 1}, \quad (15)$$

де k_{ω} – коефіцієнт співвідношення кутових швидкостей барабанів.

Кути обхвату колосниковими решетами кілкових барабанів:

- кут обхвату колосникового решета першого кілкового барабана

$$\alpha_1 = \arctg \frac{y_{n1}}{x_{n1}}. \quad (16)$$

- кут обхвату колосникового решета другого кілкового барабана не повинен перевищувати кут тертя вовни об матеріал прутків, тобто

$$\alpha_2 = \varphi. \quad (17)$$

Продуктивність тріпальної машини

$$Q = 1800 \rho b h \omega_{\sigma 1} d_{\sigma 1}. \quad (18)$$

Сукупність рівнянь (1)-(18) утворюють математичну модель процесу взаємодії робочих органів тріпальної машини з масивом вовни. За допомогою програми, розробленої в програмному пакеті Mathematica, визначені конструктивно-технологічні параметри тріпальної машини: $F_{cm} = 175,5 \text{ Н}$; $O_{\sigma 1}(0,2896 \text{ м}; 0,0612 \text{ м})$, $O_{\sigma 2}(0,2609 \text{ м}; 0,1397 \text{ м})$; $\omega_{\sigma 1} = 47,3 \text{ рад/с}$; $\omega_{\sigma 2} = 52,0 \text{ рад/с}$; $z = 16$; $\Delta = 6,0 \text{ мм}$; $\alpha_1 = 0^\circ$; $\alpha_2 = 20^\circ$; $Q = 356 \text{ кг/год}$.

У третьому розділі «Програма і методика проведення експериментальних досліджень» викладено програму експериментальних досліджень, описано установки для проведення експериментальних досліджень та використовуване вимірювальне обладнання, наведено методики проведення досліджень та обробки результатів експериментів.

Програмою досліджень передбачено виконання наступних завдань: визначити фізико-механічні й технологічні параметри вихідної сировини (забруднена рунна овеча вовна); дослідити пружні характеристики немітої овечої вовни в лабораторних умовах; дослідити процес сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни малогабаритною тріпальною машиною та визначити її оптимальні конструктивно-технологічні параметри.

Для дослідження процесу розтягування руна грубої вовни та визначення його розривного навантаження в лабораторних умовах створено лабораторний стенд.

Експериментальні дослідження процесу сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни проводилися на експериментальному стенді (рис. 5), у складі – дослідного зразка малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12, перетворювача частоти електричного струму Danfoss та комплексу вимірювальної апаратури.



Рисунок 5 – Стенд для експериментальних досліджень

З метою визначення раціональних параметрів запропонованої конструкції малогабаритної тріпальної машини застосовувалася методика факторного експерименту.

В якості критерію оптимізації прийнято величину витрат енергії на реалізацію процесу сухого очищення забрудненої вовни, який має ясний фізичний зміст і достатньо повно характеризує об'єкт дослідження

$$E = \frac{P}{Q \cdot \Delta Z}, \quad (19)$$

де E – витрати енергії на очищення забрудненої вовни, Дж/(кг·%); P – потужність, яка потрібна на очищення забрудненої вовни, Вт; Q – подача забрудненої вовни, кг/с; ΔZ – ступінь очищення забрудненої вовни, %.

Ступінь очищення забрудненої вовни визначається за формулою

$$\Delta Z = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1} \cdot 100\%, \quad (20)$$

де Z_1, Z_2 – забрудненість вовни відповідно до і після тріпання, %.

За фактори, що найбільш значуще впливають на критерій оптимізації прийнято: зусилля стискання живильних валків (F), Н; зазор між живильними валками і кілком першого барабана (ΔL), мм; частота обертання першого барабана (n), об/хв. Дослідження проводились за D-оптимальним планом Бокса-Бенкіна другого порядку для 3-х факторів.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» викладено умови проведення випробувань, представлено фізико-механічні й технологічні властивості вовни, вплив основних конструктивних і технологічних параметрів малогабаритної тріпальної машини на ступінь очищення забрудненої вовни.

Умови проведення досліджень: *вихідна сировина* – а) немита тонка овеча вовна: W_{1T} – вологість – 13,69 %, забрудненість – 19,27 %, вміст вовняного жиру – 8,49 %, щільність – 50,30 кг/м³; W_{2T} – вологість – 16,48 %, забрудненість – 16,14 %, вміст вовняного жиру – 12,56 %, щільність – 52,32 кг/м³; б) немита груба овеча вовна: W_{1T} –

вологість – 13,66 %, забрудненість – 18,30 %, вміст вовняного жиру – 4,38 %, щільність – 50,84 кг/м³; W_{2r} – вологість – 16,52 %, забрудненість – 18,57 %, вміст вовняного жиру – 4,48 %, щільність – 52,83 кг/м³.

В результаті дослідження фракційного складу вихідної грубої овечої вовни за довжиною волокна виявлено підпорядкованість його нормальному закону розподілу: значення середньої довжини волокна вовни складає $l_{сер.} = 8,86$ см, а стандартного відхилення $\sigma = 1,86$ см.

За результатами лабораторних досліджень деформаційних характеристик руна грубої вовни при розтягненні встановлено, що процес деформації розтягнення відбувається в два етапи. На початку відбувається розтягнення руна до максимального тиску $P_{max} = 17,2-17,7$ кПа (при відносній деформації $\varepsilon = 0,42-0,46$). Надалі відбувається процес розриву волокон руна, що призводить до поступового спаду сили натягнення.

В ході експериментальних досліджень малогабаритної тріпальної машини з двобарабанним робочим органом виявлено вплив зусилля стискання живильних валків F , зазору між живильними валками і кілками першого барабана ΔL та частоти обертання першого барабана n на ступінь очищення забрудненої рунної овечої вовни.

В результаті обробки даних експериментальних досліджень отримані залежності від факторів досліджень (рис. 6)

– ступеня очищення забрудненої вовни після тріпання:

$$\Delta Z = -1968,38 + 2,35513 F - 0,00592396 F^2 + 8,05906 n - 0,0093412 n^2 + 8,54708 \Delta L - 0,411898 \Delta L^2. \quad (21)$$

– споживаної потужності процесу тріпання забрудненої вовни

$$P = 112,203 - 0,21368 F + 0,000631112 F^2 - 0,419832 n + 0,000477626 n^2 - 0,180062 \Delta L + 0,0159302 \Delta L^2. \quad (22)$$

– витрат енергії на очищення забрудненої вовни:

$$E = 31036,3 - 68,4136 F + 0,204886 F^2 - 111,931 n + 0,126611 n^2 - 74,0675 \Delta L + 6,18801 \Delta L^2. \quad (23)$$

Мінімальне значення витрат енергії на очищення забрудненої вовни $E = 365,2$ Дж/(кг·%) буде при: $F = 167$ Н, $\Delta L = 6$ мм, $n = 442$ об/хв.

Встановлено, що малогабаритна тріпальна машина МТ-001А-12 стало виконує технологічний процес і забезпечує при пропускній здатності за виробничий цикл від 163,0 до 270,0 кг/год ступінь сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни в межах від 43,1 до 56,3 %, що відповідає вимогам до такого типу тріпальних машин (не менше 40 %).

Проведений порівняльний аналіз результатів теоретичних й експериментальних досліджень (рис. 7) за конструктивно-технологічними параметрами, які вагомо впливають на показники якості роботи розробленої конструкції малогабаритної тріпальної машини, показав, що розбіжність отриманих значень становить 2,1 – 4,8 %. Згідно з розрахованим критерієм Фішера для рівняння між теоретичними і експериментальними даними $F = 2,21 < F_{0,05}(8, 30) = 2,27$. Це свідчить, що немає істотних статистичних відмінностей і нульова гіпотеза про рівність вибірок розрахункових і експериментальних

даних підтверджується. Цей факт підтверджує адекватність отриманої математичної моделі та можливість її подальшого використання в розрахунках.

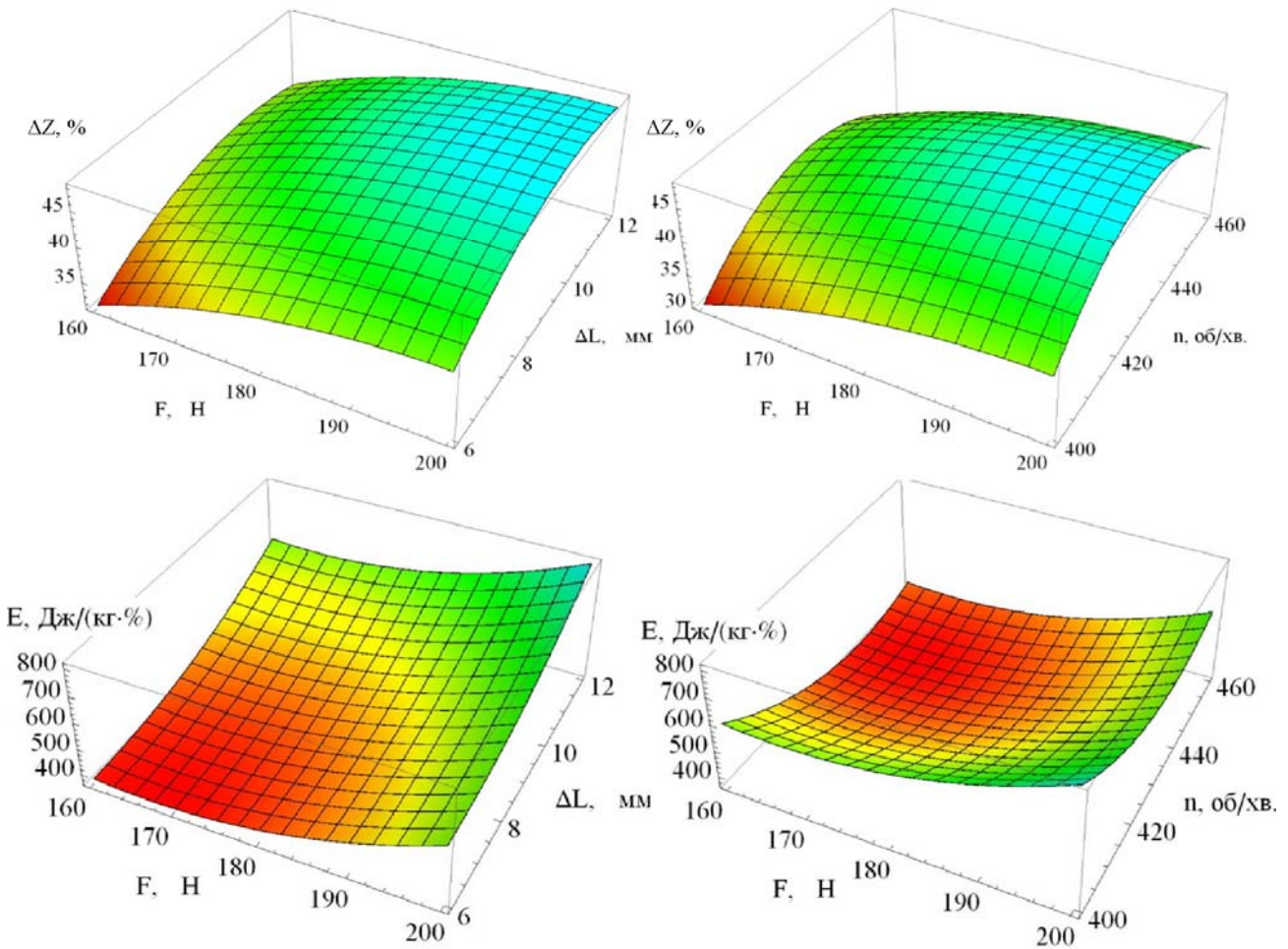


Рисунок 6 – Залежність ступеня очищення забрудненої вовни після тріпання Z і витрат енергії E від зусилля стискання живильних валків F , частоти обертання першого барабана n і зазору між живильними валками і кілками першого барабана ΔL

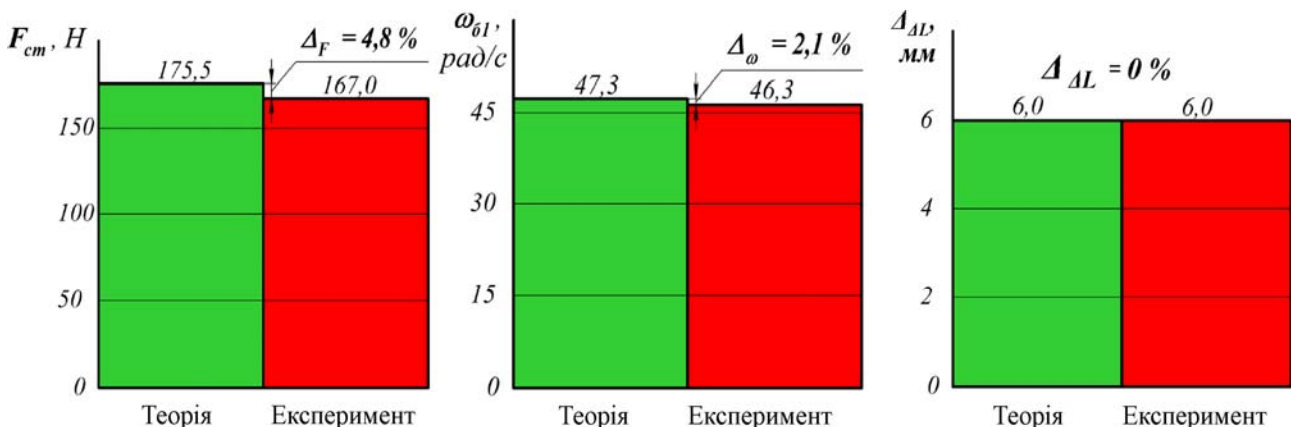


Рисунок 7 – Порівняння результатів теоретичних й експериментальних досліджень

У п'ятому розділі «Техніко-економічна ефективність застосування малогабаритних тріпальних машин у складі ліній первинної обробки вовни» приведено результати порівняльної оцінки запропонованої та існуючих конструкцій малогабаритних тріпальних машин аналогічного призначення, виробничих випробувань малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 у складі

технологічного модуля первинної обробки вовни ТМ ПОВ-8,0 та виконана оцінка економічної ефективності ліній первинної обробки вовни при застосуванні у їх складі запропонованої малогабаритної тріпальної машини та аналогів.

За результатами порівняльної оцінки встановлено, що запропонована конструкція малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 значно перевищує аналоги за показниками питомих витрат енергії, питомої матеріаломісткості, інтенсивності частоти ударів по шматочках забрудненої вовни та ступені їх очищення від бруду (рис. 8), що свідчить про високу ефективність і перспективність її застосування у складі ліній первинної обробки вовни.

За результатами виробничих випробувань встановлено, що створений дослідний зразок малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 при продуктивності 252 кг/год. й споживаній потужності 1,85 кВт забезпечує підвищення якості сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни на 15 % при ступені видалення бруду з неї в межах 41,52 – 41,76 %, що задовольняє технологічним вимогам для такого типу тріпальних машин (не менше 40%).

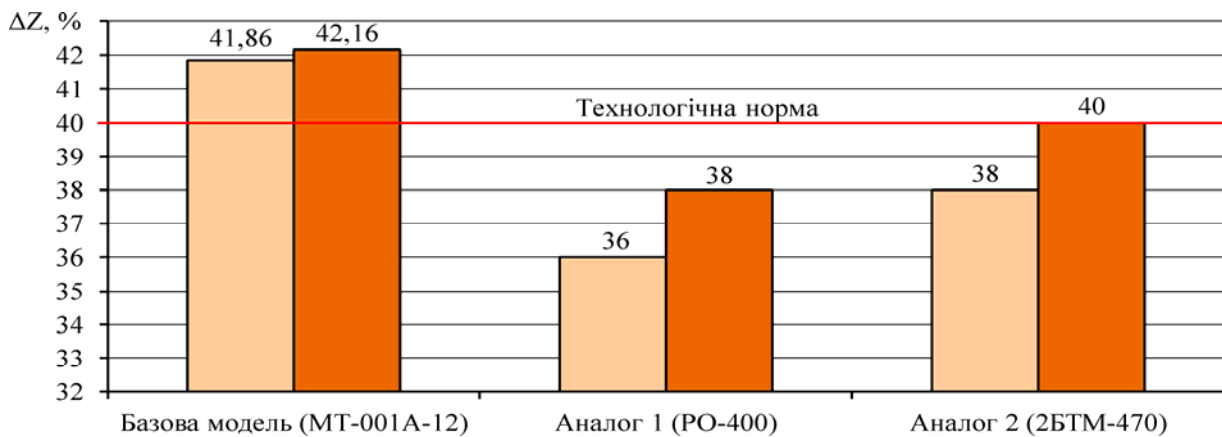


Рисунок 8 – Порівняльна оцінка якості роботи тріпальних машин за ступенем очищення забрудненої вовни ΔZ

Показники якості роботи малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 у складі технологічного модуля ТМ ПОВ-8,0 при реалізації механізованої технології первинної обробки забрудненої рунної тонкої та грубої овечої вовни представлено на рис. 9.

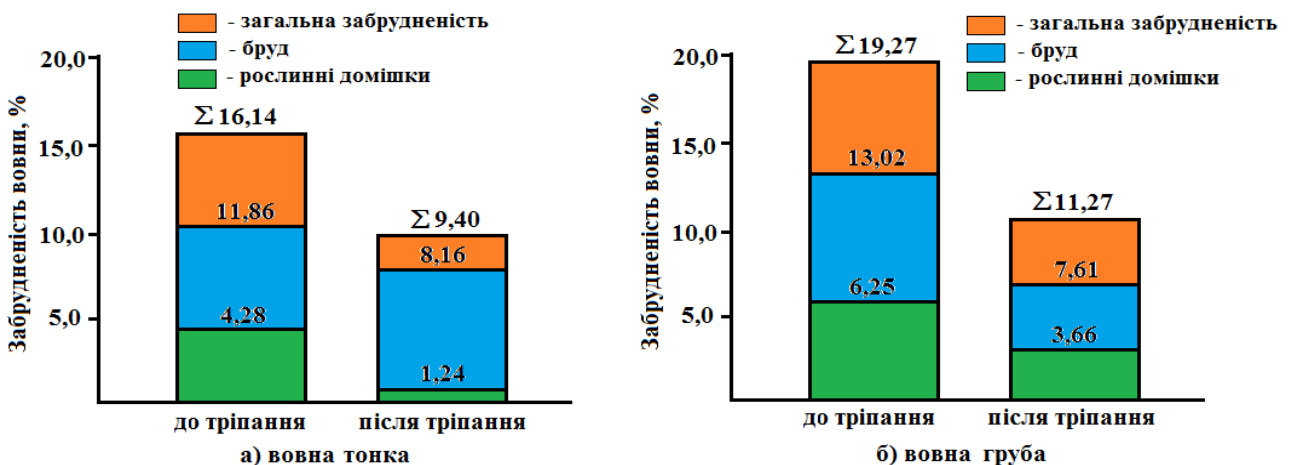


Рисунок 9 – Кінетика зміни забрудненості овечої вовни (Z_i) за результатами виробничих випробувань

В процесі експериментальних досліджень проводилась оцінка економічної ефективності ліній первинної обробки вовни при застосуванні у їх складі малогабаритних тріпальних машин. Для порівняння взято за базову модель – технологічний модуль первинного оброблення вовни ТМ ПОВ-8,0 (Україна) і аналог відповідного призначення – комплект малогабаритного обладнання для випуску пряжі АТ «Костромське СК БТМ». Розрахунок економічної ефективності від впровадження у виробництво проведено згідно загальноприйнятих методик на основі даних виробника аналога. Застосування машини тріпальної МТ-001А-12 у складі технологічного модуля ТМ ПОВ-8,0 забезпечує підвищення якості сухого очищення забрудненої вовни за показником ступеня видалення бруду на 15 % при скороченні затрат праці та енергії до 20 %, що дозволяє за рахунок цього отримати річний економічний ефект в сумі 5553 грн/т. При перероблені 24 т забрудненої рунної овечої вовни і отримання товарної продукції у вигляді сухої митої вовни термін окупності інвестиційних вкладень – 0,96 року.

ВИСНОВКИ

В роботі вирішено науково-практичну задачу підвищення ефективності процесу сухого очищення забрудненої вовни шляхом удосконалення конструкції малогабаритної тріпальної машини, обґрунтування та оптимізації її конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи, що дозволило зробити наступні висновки:

1. Встановлено, що основним чинником, обмежуючим ефективність роботи існуючих конструкцій тріпальних машин, є недостатня ступінь очищення забруднених волокнистих матеріалів в процесі тріпання, що негативно позначається на подальшій їх обробці. З огляду робіт із досліджень процесу сухого очищення забруднених волокнистих матеріалів можна стверджувати, що досягнення оптимальних показників продуктивності, якості й ефективності роботи тріпальних машин можливо за наступних умов:

– застосування способу ступінчастого оброблення забрудненого волокнистого матеріалу двобарабаним робочим органом з щільною кілковою гарнітурою й різною за ступенями обробки кутовою швидкістю тріпальних барабанів, що забезпечить визначений режим виконання технологічного процесу сухого очищення оброблюваного матеріалу;

– інтенсифікація процесу тріпання оброблюваного матеріалу за рахунок збільшення кутової швидкості тріпальних барабанів й щільності кілкової гарнітури на їх робочих поверхнях;

– підвищення ступеня очищення оброблюваного матеріалу за рахунок забезпечення більш інтенсивної ударної дії кілків розпушувально-тріпальних барабанів на елементи волокон, що були відокремлені на першому етапі контакту.

2. Розроблено математичну модель процесу взаємодії робочих органів малогабаритної тріпальної машини з масивом забрудненої вовни, яка узгоджує вплив фізико-механічних властивостей вовни (товщина й ширина шару вовни, границя міцності на розтяг, щільність вовни, коефіцієнти тертя об матеріали робочих органів, модуль деформації) та конструктивно-технологічних параметрів машини (зовнішні діаметри кілкових барабанів, діаметри живильних валків та їх кутові швидкості, діаметр прутків колосникових решіт, радіальний зазор між кілком барабана і прутком колосникового решета) на ефективність виконання процесу тріпання вовни.

3. Виходячи з умов оптимізації процесу тріпання вовни, аналітично обґрунтовано наступні конструктивно-технологічні параметри малогабаритної тріпальної машини: сила стискання живильних валків $F_{cm} = 175,5 \text{ Н}$; координати осей живильних валків в системі координат XO_1Y : $O_{e1}(x_{e1} = 0,2896; y_{e1} = 0,0612)$ і $O_{e2}(x_{e2} = 0,2609; y_{e2} = 0,1397)$; кутові швидкості розпушувально-тріпальних барабанів $\omega_{e1} = 47,3 \text{ рад/с}$; $\omega_{e2} = 52,0 \text{ рад/с}$; кількість рядів кілків на розпушувально-тріпальному барабані $z = 16 \text{ шт.}$; зазор між кілками першого розпушувально-тріпального барабана і живильними валками $\Delta = 6,0 \text{ мм}$; кути обхвату колосниковими решетами розпушувально-тріпальних барабанів $\alpha_1 = 0^\circ$; $\alpha_2 = 20^\circ$; продуктивність малогабаритної тріпальної машини $Q = 356 \text{ кг/год}$.

4. За результатами експериментальних досліджень процесу сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни малогабаритною тріпальною машиною МТ-001А-12 отримано закономірності другого порядку ступеня очищення забрудненої вовни після тріпання Z , споживаної потужності процесу P і витрат енергії E від зусилля стискання живильних валків F , зазору між живильними валками і кілками першого барабана ΔL , частоти обертання першого барабана n , які адекватно описують технологічний процес сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни, та проведено її аналіз.

5. Визначено раціональне співвідношення між конструктивно-технологічними параметрами малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 при мінімальних витратах енергії $E = 365,2 \text{ Дж/(кг}\cdot\%)$ на реалізацію процесу сухого очищення забрудненої овечої вовни: зусилля стискання живильних валків $F = 167 \text{ Н}$, зазор між живильними валками і кілками першого барабана $\Delta L = 6 \text{ мм}$, частота обертання першого розпушувально-тріпального барабана $n = 442 \text{ об/хв}$. З'ясовано, що малогабаритна тріпальна машина МТ-001А-12 із зазначеними раціональними конструктивно-технологічними параметрами стало виконує технологічний процес і забезпечує при пропускній здатності за виробничий цикл від 163,0 до 270,0 кг/год ступінь сухого очищення забрудненої рунної овечої вовни в межах від 43,1 до 56,3 %, що відповідає вимогам до такого типу тріпальних машин (не менше 40 %).

6. Річний економічний ефект від підвищення якості сухого очищення забрудненої овечої вовни при застосуванні малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 у складі технологічного модуля первинної обробки вовни ТМ ПОВ-8,0 становить 5553 грн./т. При переробленні 24 т забрудненої рунної овечої вовни і отримання товарної продукції у вигляді сухої митої вовни термін окупності інвестиційних вкладень – 0,96 року. Отримані результати досліджень свідчать про високу ефективність та перспективність застосування малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 у складі ліній первинної обробки вовни.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Список публікацій, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Shevchenko I. Likhoded V., Polusov V. Малогабаритная трепальная машина для обработки шерсти (Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза): *Монография под научн. редакцией проф., д-ра Вацлава Романюка*. Варшава, ИТЕН, 2014. С. 279-281 (*дисертанту належить проведення випробувань дослідного зразка тріпальної машини та узагальнення їх результатів*).
2. Полюсов В. В. Результаты аналитических исследований процесса сухой

очистки загрязнённой шерсти на трепальной машине. «*Colloquium-journal*». Warszawa, Polska, 2020. № 16 (68). Część 1. P. 53-58.

3. Шевченко И. А., Лиходед В. В., Полусов В. В. Эффективность применения трепальных машин в составе линий первичной обработки шерсти. *Научно-производственный и информационный журнал «Сельскохозяйственные машины и технологии»*. ВИМ, 2015. № 1. С. 42-45. (дисертанту належить проведення випробувань дослідного зразка тріпальної машини).

4. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Полусов В. В. Аналіз конструкцій тріпальних машин для оброблення забрудненої вовни. *Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць*. Ін-т мех. тваринництва НААН. Запоріжжя, 2012. Вип. 2 (10). С. 41-52. (дисертанту належить збір даних, проведення пошукових досліджень, узагальнення результатів та аналіз існуючих конструкцій тріпальних машин).

5. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Полусов В. В. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми машини для тріпання забрудненої овечої вовни. *Науково-теоретичний фаховий журнал «Науковий вісник «Асканія-Нова»*. Ін-т тваринництва степових районів ім. М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» ННСГЦ з вівчарства НААН. «ПІЕЛ», Нова-Каховка, 2013. Вип. 6. С. 90-96 (дисертанту належить обґрунтування конструктивно-технологічної схеми, проведення попередніх випробувань експериментального зразка тріпальної машини).

6. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Полусов В. В. Удосконалена конструкція малогабаритної тріпальної машини для оброблення забрудненої овечої вовни. *Науковий вісник ЛНАУ. Серія: Технічні науки*. Луганськ, ЛНАУ, 2013. №30. С. 208-216 (дисертанту належить обґрунтування конструктивних удосконалень малогабаритної тріпальної машини, проведення попередніх випробувань експериментального зразка тріпальної машини).

7. Шевченко И. А., Полусов В. В., Ковязин А. С. Теоретическое обоснование параметров трепальной машины. *Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць*. Ін-т мех. тваринництва НААН. Запоріжжя, 2011. Вип. 1 (7). С. 88-100 (дисертанту належить розробка математичної моделі процесу взаємодії робочих органів малогабаритної тріпальної машини з масивом забрудненої вовни).

8. Лиходід В. В., Полусов В. В. Результати дослідження пружних характеристик немитої овечої вовни. *Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць*. Ін-т мех. тваринництва НААН. Запоріжжя, 2012. Вип. 1 (9). С. 104-110 (дисертанту належить розробка методики, підготовка та проведення лабораторних досліджень).

9. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Алієв Е. Б., Полусов В. В. Результати дослідження процесу сухого очищення забрудненої вовни. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник КНТУ «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин»*. Вип. 43. Ч. І. Кіровоград: КНТУ, 2013. С. 144-150 (дисертанту належить розробка методики, підготовка й проведення експериментальних досліджень та узагальнення їх результатів).

10. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Полусов В. В. Результати виробничих випробувань машини тріпальної МТ-001А-12. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Технічні системи і технології тваринництва»*. Харків : ХНТУСГ ім. П. Василенка,

2013. Вип. № 132. С. 485-490 (дисертанту належить підготовка й проведення виробничих випробувань дослідного зразка машини тріпальної МТ-001А-12 у складі технологічного модуля, узагальнення результатів випробувань).

11. Лиходід В. В., Полюсов В. В. Результати виробничих випробувань технологічного модуля первинного оброблення вовни ТМ ПОВ-8,0. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Технічні системи і технології тваринництва»*. Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2012. Вип. № 120. С. 294-303 (дисертанту належить підготовка й проведення виробничих випробувань експериментального зразка тріпальної машини МТ-001А-12 у складі технологічного модуля ТМ ПОВ – 8,0, узагальнення результатів випробувань).

12. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Полюсов В. В. Дослідження техніко-економічної ефективності застосування тріпальних машин при обробленні забрудненої вовни. *Зб. наук праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України»*. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2013. Вип. 17 (31). Книга 2 «Новітні технології в АПК: програмування, управління, оцінювання». С. 215-221 (дисертанту належить збір вихідних даних, техніко-економічна оцінка застосування тріпальних машин, узагальнення результатів).

13. Сухарльов В. О., Лиходід В. В., Алієв Е. Б., Полюсов В. В., Івлєв В. В. Обґрунтування розробки техніко-технологічного модуля для переробки грубої вовни в утеплювач тваринницьких приміщень. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. Кіровоград: КНТУ, 2014. Вип. 27. С. 174-181 (дисертанту належить підготовка й проведення виробничих випробувань тріпальної машини МТ-001А-12).

14. Алієв Е. Б., Лиходід В. В., Забудченко В. М., Полюсов В. В. Дослідження динаміки деформації руна грубої овечої вовни при розтягуванні. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. КНАУ. Кіровоград, 2015. Вип. 28. С. 123-126 (дисертанту належить проведення лабораторних досліджень).

15. Шевченко І. А., Алієв Е. Б., Полюсов В. В. Підвищення ефективності малогабаритної тріпальної машини у складі ліній первинної обробки. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК»*. Вінниця, 2017. №4 (99). С. 5-11 (дисертанту належить підготовка й проведення виробничих випробувань тріпальної машини МТ-001А-12).

16. Шевченко І. А., Полюсов В. В., Алієв Е. Б. Фізико-математична модель технологічного процесу сухого очищення забрудненої вовни. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. Вип. 47. Ч. I. С. 265-272 (дисертанту належить розробка математичної моделі процесу взаємодії робочих органів малогабаритної тріпальної машини з масивом забрудненої вовни).

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

17. Полюсов В. В. Малогабаритна тріпальна машина для оброблення забрудненої вовни. *Матеріали ІХ-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки»*.

Кіровоград: КНТУ, 2013. С. 148-149 (дисертанту належить обґрунтування конструкції малогабаритної тріпальної машини).

18. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Полюсов В. В. Малогабаритна тріпальна машина для оброблення забрудненої овечої вовни в умовах сільськогосподарських формувань. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Стан та перспективи розвитку вівчарства в Україні»*. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2013. С. 199-204 (дисертанту належить обґрунтування конструктивно-технологічної схеми малогабаритної тріпальної машини, проведення попередніх випробувань експериментального зразка тріпальної машини).

19. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Полюсов В. В. Исследование эффективности применения малогабаритных трепальных машин в составе линий первичной обработки шерсти. *Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве»*. Минск, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2014. Т. 2. С. 103-111 (дисертанту належить збір вихідних даних, техніко-економічна оцінка ефективності ліній первинної обробки вовни, узагальнення результатів).

20. Полюсов В. В. Малогабаритная трепальная машина для обработки овечьей шерсти. *Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК»*. Минск: БГАТУ, 2014. Ч. 2. С. 129-132 (дисертанту належить проведення випробувань малогабаритної тріпальної машини та узагальнення їх результатів).

Праці, які додатково відображують наукові результати дисертації:

21. Пат. 67982 Україна, МПК (2012,01) D01B3/00. Розпушувально-тріпальна машина. Шевченко І. А., Лиходід В. В., Полюсов В. В.; заявник і патентовласник Ін-т мех. тв.-ва НААН. № u2011 10172; заявл.18.08.2011; опубл.12.03.2012, Бюл. № 5, 2012 (дисертантом запропоновано колосникові решета виконати знімними і з різною направленістю колосників відносно напрямку переміщення волокнистого матеріалу).

АНОТАЦІЯ

Полюсов В. В. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів робочих органів тріпальної машини для оброблення вовни. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Центральноукраїнський національний технічний університет, Міністерство освіти і науки України, Кропивницький, 2020.

В дисертації вирішено науково-практичну задачу підвищення ефективності процесу сухого очищення забрудненої вовни шляхом удосконалення конструкції малогабаритної тріпальної машини, обґрунтування та оптимізації її конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи.

В роботі обґрунтовано конструктивно-технологічну схему малогабаритної тріпальної машини з двобарабаним робочим органом, барабани якого маючи щільну кілкову гарнітуру й обертаючись з різною кутковою швидкістю, забезпечують реалізацію двоступінчастого робочого процесу з різною за інтенсивністю на кожному із ступенів механічну ударну дію на забруднену вовну в щадному режимі без руйнування цілісності її структури в процесі обробки.

Теоретично і експериментально визначено вплив основних конструктивно-технологічних параметрів малогабаритної тріпальної машини та фізико-механічних і технологічних властивостей оброблюваної вовни на показники якості й енергоємності робочого процесу. Проведено виробничі випробування малогабаритної тріпальної машини та виконано техніко-економічну оцінку ефективності її застосування у складі технологічного модуля первинної обробки вовни.

Ключові слова: вовна, забрудненість, первинна обробка, суха очистка, розпушування, тріпання, малогабаритна тріпальна машина, двобарабанний робочий орган, робочий процес, ступінь очищення.

АННОТАЦИЯ

Полюсов В.В. Обоснование конструктивно-технологических параметров рабочих органов трепальной машины для обработки шерсти. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – Машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Центральноукраинский национальный технический университет, Министерство образования и науки Украины, Кропивницкий, 2020.

В диссертации решена научная задача повышения эффективности процесса сухой очистки загрязненной шерсти путем усовершенствования конструкции малогабаритной трепальной машины, обоснования и оптимизации ее конструктивно-технологических параметров и режимов работы.

В работе выполнен анализ существующих технологий и технических средств для первичной обработки шерсти, в частности конструкций трепальных машин, который показал, что одним из основных факторов, ограничивающих эффективность их работы в составе линий первичной обработки шерсти есть недостаточная степень сухой очистки загрязненной рунной шерсти на первом этапе её обработки. На этом основании разработана конструктивно-технологическая схема малогабаритной трепальной машины с двухбарабанным рабочим органом, барабаны которого имея плотную калковую гарнитуру и вращаясь с разной угловой скоростью, обеспечивают реализацию двухступенчатого рабочего процесса с разным по интенсивности на каждой ступени механическим ударным воздействием на загрязненную шерсть в щадящем режиме без разрушения целостности её структуры в процессе обработки.

Теоретически обоснованы основные конструктивно-технологические параметры и геометрическая форма профиля рабочего органа малогабаритной трепальной машины.

По результатам экспериментальных исследований получены зависимости, которые характеризуют влияние конструктивно-технологических параметров малогабаритной трепальной машины на критерий оптимизации.

Проведены производственные испытания малогабаритной трепальной машины и выполнена технико-экономическая оценка эффективности её использования в составе линий первичной обработки шерсти.

Ключевые слова: шерсть, загрязненность, первичная обработка, сухая очистка, разрыхление, трепание, малогабаритная трепальная машина, двухбарабанний рабочий орган, рабочий процесс, степень очистки.

ABSTRACT

Polyusov V.V. Substantiation for Design and Process Parameters of Wool Fiber Opener Working Components – Manuscript copyright.

Thesis for the degree of candidate of technical science by specialty 05.05.11 – Machines and Machinery in Agricultural Production. – Central Ukrainian National Technical University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kropyvnytskyi, 2020.

The goal of research is to increase dry scouring efficiency for dirty wool by improving design of a mini-size wool opener, as well as substantiating and optimizing its design and process parameters and operating modes.

To achieve the stated goal, a scientific hypothesis was proposed, according to which increase in dry scouring efficiency for dirty wool without damage to its structure can be attained by using the mini-size wool opener with the improved double roller that ensures more intensive mechanical impact on dirty wool during opening.

Theoretical study was aimed to analyze how components of a small-size wool opener work with dirty wool layers in the process of its dry scouring and it was based on continuum mechanics using methods of theoretical mechanics, differential measurements and mathematical modeling of mechanical systems.

Experimental study was carried out in laboratory and production environment using both common and elaborated methods, and included planning of multifactor experiments. Theoretical calculation and analysis of experimental evidence were performed using Mathematica software.

For the first time, a mathematical model is developed describing how double-roller component with dense needles of the designed small-size wool opener interact with dirty bulk wool, and how wool physical and mechanical properties (wool layer thickness and width, tension strength limit, wool density, friction coefficient of component materials, deformation modulus) correspond to the opening machine design and process parameters (external diameters of spiked rollers, diameters of feeding rollers and their angular velocities, diameter of grate bar stocks, radial clearance between roller needle and grate bar stock);

For the first time, we obtained patterns demonstrating how operating modes of the designed small-size wool opener (defined by feeding rollers pressure load, clearance between feeding rollers and first roller needles, first roller rotation rate) can change a degree of dirty raw wool scouring, opening process and power consumption.

The step-by-step method of raw fiber processing that uses a double-roller mechanism with dense needles was further developed to ensure a certain degree of dry scouring performance.

The research task to increase efficiency of dirty wool dry scouring was accomplished by way of improvements to a small-size wool opener design, substantiation and optimization of its design and process parameters, as well as operating modes, that led to the conclusions as follows.

It has been established that the main factor limiting operational efficiency of wool openers in existing designs was an insufficient degree of dirty wool fiber scouring during the opening process, which has a negative impact on its further processing.

Annual economic benefits from improvement in quality of dirty sheep's fleece wool dry scouring with the use of MT-001A-12 small-size wool opener as a part of TM ПІОБ-8.0 primary wool processing production module makes 5,553 UAH/ton. If 24 tons of dirty sheep's fleece wool is processed to marketable products in the form of dry washed wool, the return on investment period makes 0.96 year. The results obtained prove high efficiency and use prospects for MT-001A-12 small-size wool opener as a part of primary wool processing production line.

Key words: wool, dirty, primary processing, dry scouring, carding, opening, small-size wool opener, double-roller, manufacturing process, scouring degree.

Підписано до друку 19.08.2020 р. Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Обсяг – 1,13 обл.-вид. арк. Наклад. 100 прим. Зам. № 43/2020.

Надруковано з готового-оригінал макету у друкарні ФОП Пугач Л.В.
69000, Україна, м. Запоріжжя, вул. Незалежної України, 15,
тел. 0959098034

