

УДК 677.31:66.068

**І.А.Шевченко, член-кор. НААНУ, д-р техн. наук, В.В. Лиходід, канд. техн. наук, Е.Б. Алієв, канд. техн. наук, В.В. Полюсов, інж.**

*ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААНУ, Відділ Біоекотехнічних систем у тваринництві, м. Запоріжжя*

## Результати дослідження процесу сухого очищення забрудненої вовни

Наведено основні результати експериментальних досліджень малогабаритної тріпальної машини МТ 001А-12 при сухому очищенні забрудненої вовни та відображено оптимальне поєднання факторів, які здебільшого впливають на її роботу. Отримано математичну модель, яка адекватно описує робочий процес сухого очищення забрудненої вовни. Визначено оптимальні значення конструктивно-технологічних параметрів запропонованої конструкції малогабаритної тріпальної машини. Отримані результати досліджень є основою для удосконалення робочих органів існуючих конструкцій малогабаритних тріпальних машин аналогічного призначення.

**вівчарство, вовна, забрудненість, розпушування, тріпання, малогабаритна тріпальна машина, ступінь очищення, дослідження**

**И.А. Шевченко, В.В. Лиходед, Э.Б. Алиев, В.В. Полюсов**

*ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААНУ, Отдел Биоекотехнических систем в животноводстве, г. Запорожье*

**Результаты исследований процесса сухой очистки загрязненной шерсти**

Приведены основные результаты экспериментальных исследований малогабаритной трепальной машины МТ-001А-12 при сухой очистке загрязненной шерсти и отобразено оптимальное сочетание факторов, которые преимущественно влияют на её работу. Получено математическую модель, которая адекватно описывает рабочий процесс сухой очистки загрязненной шерсти. Определено оптимальные значения конструктивно-технологических параметров предложенной конструкции малогабаритной трепальной машины. Полученные результаты исследований являются основой для усовершенствования рабочих органов существующих конструкций трепальных машин аналогичного назначения.

**овцеводство, шерсть, загрязненность, разрыхление, трепание, малогабаритная трепальная машина, степень очистки, исследования**

У світовій практиці зустрічається безліч технологій первинної обробки вовни і майже всі вони містять такий важливий, але занадто затратний технологічний процес, як сухе очищення забрудненої рунної овечої вовни перед промиванням, від якості виконання якого в значній мірі залежить ефективність і самих технологій [1,2].

Загальним недоліком цього процесу є надмірний залишок забруднень у вовні після її розпушування й тріпання відомими конструкціями тріпальних машин. Цей чинник обумовлює потребу в удосконаленні робочих органів існуючих та створенні новітніх конструкцій малогабаритних тріпальних машин для сухого очищення забрудненої овечої вовни перед промиванням [3,4].

Матеріалом дослідження була груба вовна романівської породи овець (табл. 1).

Для проведення експерименту було обрано оптимальний план Бокса-Бенкіна другого порядку для трьох факторів, який містить 15 дослідів і дає в якості математичної моделі поліном другого порядку [5].

Таблиця 1 – Характеристика досліджуваного матеріалу

№ зп	Назва	Вологість, %	Забрудненість, %		Вовняний жир, %	Вихід чистої вовни, %
			рослинні відходи	бруд		
1	Вовна груба (вихідна)	14,42	1,00	9,00	9,56	85,58
2	Вовна груба (після тріпання)	14,32	0,74	5,69	9,38	85,68

На основі проведених лабораторних експериментальних та теоретичних досліджень встановлено три фактори (табл. 2), що найбільш вагомо впливають на робочий процес сухої очистки забрудненої вовни і обрано їх натуральні значення на нульовому рівні та рівнях їх варіювання.

Таблиця 2 – Рівні та інтервали варіювання факторів

Фактор	Код	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
		-1	0	+1	
Зусилля стискання живильних валків (F), Н	$x_1$	165	170	175	5
Зазор між живильними валками і кілком першого барабана ( $\Delta L$ ), мм	$x_2$	3	6	9	3
Частота обертання першого барабана (n) хв <sup>-1</sup>	$x_3$	400	450	500	50

Прилади й спецобладнання, використані при проведенні експериментальних досліджень, представлені на рис. 1.



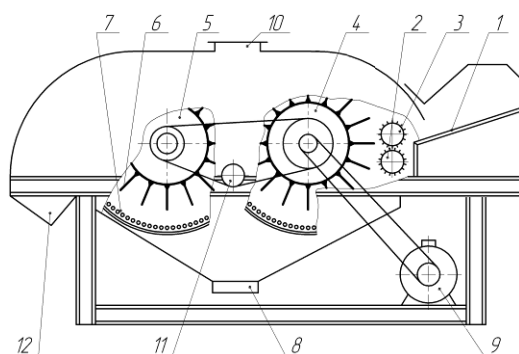
а) перетворювач частоти електричного струму Danfoss



б) динамометр зразковий переносний ДОСМ-3-0,2

Рисунок 1 – Прилади й спецобладнання, використані при проведенні експериментальних досліджень

Для проведення досліджень процесу сухого очищення забрудненої овечої вовни розроблено конструктивно-технологічну схему (рис. 2а) та виготовлено дослідний зразок малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 (рис. 2б) і за технологічною схемою (рис. 3) створено стенд для експериментальних досліджень (рис. 4) у складі дослідного зразка малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12, перетворювача частоти електричного струму Danfoss та комплекту вимірювальної апаратури.



а) конструктивно - технологічна схема



б) загальний вигляд

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 – натяжний пристрій; 12 – вивантажувальне вікно

Рисунок 2 – Малогабаритна тріпальна машина МТ-001А-12

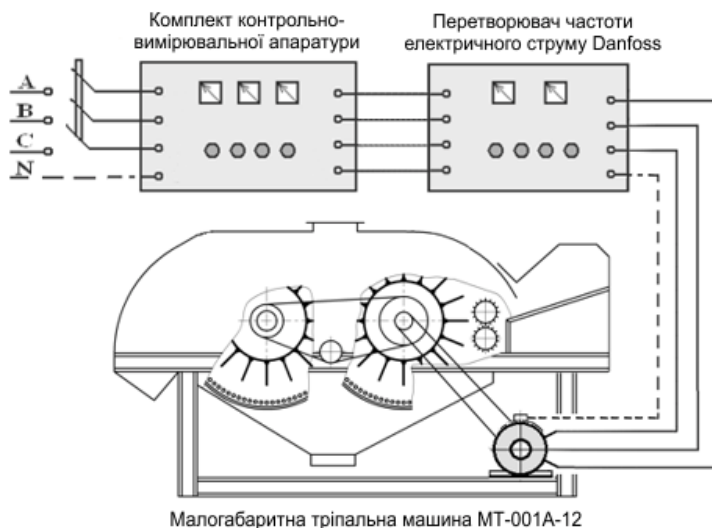


Рисунок 3 – Технологічна схема стенду для експериментальних досліджень



Рисунок 4 – Загальний вигляд стенду для експериментальних досліджень

Дослідження процесу сухого очищення забрудненої вовни малогабаритною тріпальною машиною МТ-001А-12 (рис 5) проведено в павільйоні випробувань Відділу біоекотехнічних систем у тваринництві ННЦ «ІМЕСГ» НААН у липні 2013 року при обробленні 380 кг забрудненої рунної грубої овечої вовни згідно з розробленою програмою та методикою досліджень.

При проведенні експериментальних досліджень визначено вплив ряду конструктивно-технологічних параметрів малогабаритної тріпальної машини на технологічний процес сухого очищення забрудненої овечої вовни: зусилля стискання живильних валків, зазор між живильними валками і кілком першого барабана та частота обертання першого розпушувально-тріпального барабана.

Аналіз отриманих даних виконано методом математичної статистики та графоаналітичних методів, з використанням програмного забезпечення для обробки й аналізу статистичних даних.



Рисунок 5 – Процес сухого очищення забрудненої вовни на малогабаритній тріпальній машині МТ-001А-12

Відповідно до плану експерименту Бокса - Бенкіна другого порядку реалізовано 15 варіантів сполучень трьох факторів у конструкції малогабаритної тріпальної машини.

В якості критерію оптимізації прийняли величину витрат енергії  $E$  на реалізацію процесу сухого очищення забрудненої вовни, віднесено до одиниці ступеня її очищення  $\Delta Z$ , що визначається за формулою [5,6].

$$E = \frac{N}{Q \cdot \Delta Z}, \quad (1)$$

де  $E$  – витрати енергії на очищення забрудненої вовни, Дж/кг;

$N$  – споживана потужність на очищення забрудненої вовни, Вт;

$Q$  – подача забрудненої вовни, кг/с;

$\Delta Z$  – ступінь очищення забрудненої вовни, %;

Ступінь очищення забрудненої вовни визначається за формулою

$$\Delta Z = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

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

Аналіз результатів досліджень згідно прийнятої матриці планування дозволив

отримати регресійну модель впливу досліджуваних факторів на ступінь сухого очищення забрудненої вовни в розкодованому вигляді[5, 6]:

$$E = 31120,1 - 68.671 F + 0,2056 F^2 - 74.633 \Delta L + 6,2194 \Delta L^2 - 112,204 n + 0,1269n^2, (3)$$

де  $E$  – витрати енергії на очищення забрудненої вовни, Дж/кг;

$F$  – зусилля стискання живильних валків, Н;

$\Delta L$  – зазор між живильними валками і кілком першого барабана, мм;

$n$  – частота обертання першого барабана, об./хв.

Перевірка за критерієм Кохрена дозволяє зробити висновок про однорідність дисперсій. Оскільки розрахункове значення критерію Фішера менше за табличне, то прийняли гіпотезу про адекватність опису рівнянням (3) результатів експерименту з 95 %-ю ймовірністю.

Мінімальне значення  $E = 365,1$  Дж/кг отримали при:  $F = 167$  Н;  $\Delta L = 6$  мм;  $n = 442$  об/хв.

Для побудови поверхонь відгуку один із факторів фіксувався на оптимальному рівні. Варіанти поверхонь відгуку при оптимальних значеннях факторів ( $F = 167$  Н,  $\Delta L = 6$  мм,  $n = 442$  об/хв.) наведено на рис. 6-8.

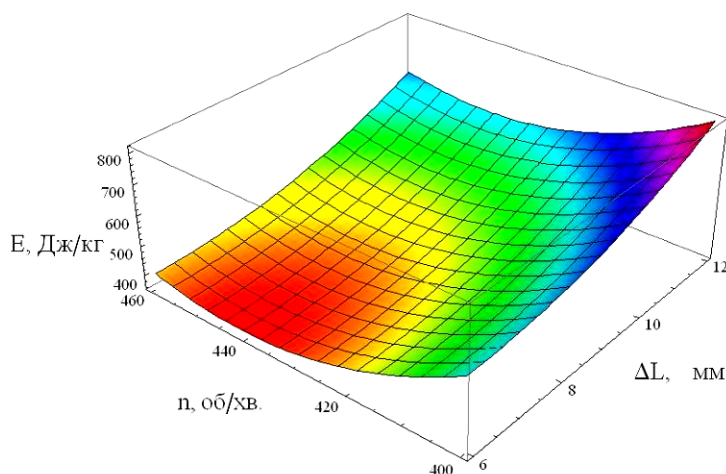


Рисунок 6 – Залежність критерію оптимізації  $E$  від  $n$  і  $\Delta L$  при  $F = 167$  Н

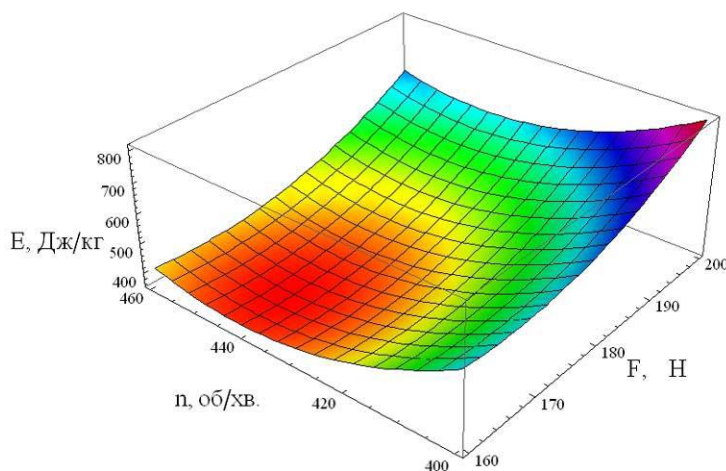


Рисунок 7 – Залежність критерію оптимізації  $E$  від  $n$  і  $F$  при  $\Delta L = 6$  мм

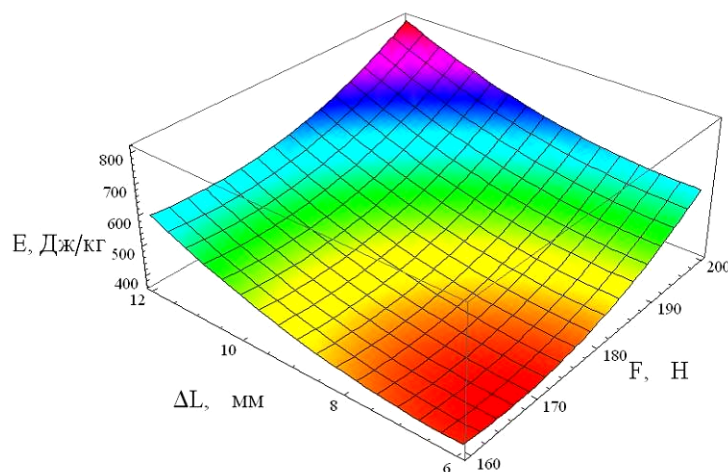


Рисунок 8 – Залежність критерію оптимізації  $E$  від  $\Delta L$  і  $F$  при  $n = 442$  об/хв.

Аналіз рівняння (3) та побудованих на його основі поверхонь відгуку (рис. 6-8) дозволяє наочно оцінити кількісний внесок кожного з досліджуваних факторів і визначити оптимальні їх співвідношення.

За результатами експериментальних досліджень визначено показники якості роботи малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 (табл. 3).

Таблиця 3 – Показники якості роботи МТ-001А-12

№ зп	Показник	Значення показника	
		технологічні вимоги	за даними досліджень
1	Пропускна здатність за виробничий цикл, кг/год	не менше 100	162,8-270,0
2	Середня тривалість виробничого циклу очищення зразка забрудненої вовни, год	-	0,05
3	Середня забрудненість зразка вовни, %:	до сухого очищення (вихідна сировина)	12,03
		після сухого очищення	6,05
4	Ступінь очищення забрудненої вовни, %	не менше 40	43,1-56,3

1. Результати експериментальних досліджень процесу сухого очищення забрудненої овечої вовни за допомогою малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 при різних заданих рівнях варіювання факторів, що найбільш вагомо впливають на показники якості її роботи, дозволили:

- отримати математичну модель другого порядку, яка адекватно описує процес сухого очищення забрудненої овечої вовни та провести її аналіз;

- визначити оптимальне значення конструктивно-технологічних параметрів малогабаритної тріпальної машини МТ-001А-12 при мінімальних витратах енергії  $E = 365,1$  Дж/кг на реалізацію процесу сухого очищення забрудненої овечої вовни: зусилля стискання живильних валків 167 Н, зазор між живильними валками і кілком першого барабана 6 мм та частота обертання першого розпушувально-тріпального барабана 442 об/хв.

2. У ході експерименту було з'ясовано, що малогабаритна тріпальна машина МТ-001А-12 стало виконує технологічний процес і забезпечує ступінь очищення забрудненої овечої вовни від 43,1 до 56,3%, що відповідає вимогам до такого типу тріпальних машин (не менше 40%).



## Список літератури

1. Горбунова Л. С. Первичная обработка шерсти / Л. С. Горбунова, Н. В. Рогачев, Л. Г. Васильева. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – С. 352.
2. Тимошенко Н. К. Новые - старые проблемы промывки овечьей шерсти/ Н. К. Тимошенко, Н. В. Рогачев // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2004. – № 2. – С. 18-20.
3. Туринський В. М. Обґрунтування і розробка системи технологічних рішень та способів виробництва продукції вівчарства: дис. ... доктора с.-г. наук: 06.02.04 / Туринський Василь Михайлович. – Асканія-Нова, 2005. – 416 с.
4. Тимошенко Н. К. Состояние и перспективы развития первичной обработки шерсти / Н. К. Тимошенко // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2007. – №4. – С. 46-50.
5. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.
6. Барабашук В. И. Планирование эксперимента в технике / В. И. Барабашук, Б. П. Креденцер, В. И. Мирошниченко. – К.: Техніка, 1984. – 200 с.

**Igor Shevchenko, Viktor Lykholdid, Elchin Aliyev, Vasily Polusov**

*NSC "Institute of Agricultural Engineering and Electrification" of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Department Bioecotechnical systems in animal husbandry, Zaporozhye*

### **The results of studies of the process of dry cleaning polluted wool**

The aim of the research is to improve the process of dry cleaning polluted ovine wool by improving the construction of compact scutching machine.

Presented the main results of experimental studies of compact scutching machine TM-001A-12 for dry cleaning polluted ovine wool and displayed an optimum combination of factors that primarily affect its work. A mathematical model that adequately describes the working process of dry cleaning polluted wool is obtained. Experimentally determined optimum values of design and technological parameters of the proposed design of compact scutching machine with minimum energy costs for the implementation of working process. Experimentally set that the proposed design of the product performs stable technological process and provides degree of purification of polluted wool from 43,1 to 56,3%, which meets the requirements for this type scutching machine (at least 40%).

The obtained results of research are the basis for the improvement of the working bodies of existing designs scutching machines similar purpose.

**sheep breeding, wool, pollution, fluffing up, scutching, compact scutching machine, degree of purification, research**

Одержано 09.09.13