

УДК 677.057.617

**Е. Б. Алієв, канд. техн. наук, В. В. Лиходід, канд. техн. наук, В. М. Забудченко, інж. В. В. Івлєв, асп.<sup>1</sup>**

*Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва, Запоріжжя*

## Результати дослідження процесу валяння грубої овечої вовни в повстяний пласт

Наведено основні результати експериментальних досліджень малогабаритної плитно-валяльної машини ПВМ-1 при валянні грубої вовни в повстяний пласт та відображено оптимальне поєднання факторів, які здебільшого впливають на її роботу. Отримано математичну модель, яка адекватно описує робочий процес валяння грубої вовни в повстяний пласт. Визначено оптимальні значення конструктивно-технологічних параметрів запропонованої конструкції малогабаритної плитно-валяльної машини. Отримані результати досліджень є основою для удосконалення робочих органів існуючих конструкцій малогабаритних плитно-валяльних машин аналогічного призначення.

**вівчарство, груба вовна, валяння, малогабаритна плитно-валяльна машина, повстяний пласт, робочий процес, дослідження**

**Э.Б. Алиев, канд. техн. наук, В.В. Лиходед, канд. техн. наук, В.Н. Забудченко, инж., В.В. Ивлев, асп.**

*Запорожский научно-исследовательский центр по механизации животноводства, Запорожье*

**Результаты исследований процесса валяния грубой овечьей шерсти в войлочный пласт**

Приведены основные результаты экспериментальных исследований малогабаритной плитно-валяльной машины ПВМ-1 при валянии грубой шерсти в войлочный пласт и отображено оптимальное сочетание факторов, которые преимущественно влияют на её работу. Получено математическую модель, которая адекватно описывает рабочий процесс валяния шерсти в войлочный пласт. Определены оптимальные значения конструктивно-технологических параметров предложенной конструкции малогабаритной плитно-валяльной машины. Полученные результаты исследований являются основой для усовершенствования рабочих органов существующих конструкций малогабаритных плитно-валяльных машин аналогичного назначения.

**овцеводство, грубая шерсть, валяние, малогабаритная плитно-валяльная машина, войлочный пласт, рабочий процесс, исследования**

Обсяги незатребуваної овечої вовни на сьогодні в Україні складають 3415 т. Проте з переробкою цієї вовни є певні проблеми: вона або реалізується за низькою ціною, або ж зовсім не використовується за призначенням. У зв'язку з цим є необхідність в розробленні новітніх ресурсозберігаючих механізованих технологій і створення високоефективних технічних засобів для оброблення та перероблення незатребуваної овечої вовни в товарну продукцію безпосередньо на місцях її виробництва [1-3].

Тому дослідження, спрямовані на пошук шляхів підвищення ефективності процесу валяння грубої вовни в повстяні вироби на основі потенційно перспективних малогабаритних валяльних машин, мають народногосподарське значення і є актуальними [4-6].

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

<sup>1</sup> Науковий керівник – Павленко С. І., к. т. н., доцент

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 [7].

Таблиця 1 – Характеристика досліджуваного матеріалу

№ зп	Досліджуваний матеріал	Вологість, %	Забрудненість, %		Вовновий жир, %	Вихід чистої вовни, %
			рослинні відходи	бруд		
1	Вовна груба (вихідна)	14,42	1,37	10,48	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 віброущільнення шару зволоженої грубої овечої вовни і обрано їх натуральні значення на нульовому рівні та рівнях їх варіювання.

Таблиця 2 – Рівні та інтервали варіювання факторів

Рівні і інтервали варіювання факторів	Кодоване значення	Частота коливання верхньої плити $\omega$ , Гц	Робоча вологість вовни $W_0$ , %	Момент дебалансів вібродвигуна $M$ , кг·м
		$x_1$	$x_2$	$x_3$
Верхній рівень	+ 1	50	65	0,0507
Основний рівень	0	35	45	0,0431
Нижній рівень	- 1	20	25	0,0355
Інтервал варіювання факторів	□	15	20	0,0076

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

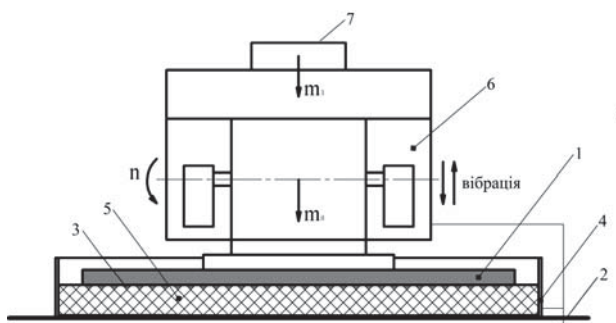


а) перетворювач частоти електричного струму Danfoss      б) комплект контрольно-вимірювальної апаратури

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

Для проведення досліджень процесу валяння грубої овечої вовни в повстятий пласт розроблено конструктивно-технологічну схему (рис. 2, а) та виготовлено дослідний зразок малогабаритної плитно-валяльної машини ПВМ-1 (рис. 2, б) і за технологічною схемою (рис. 3) створено стенд для експериментальних досліджень (рис. 4) у складі експериментального зразка малогабаритної плитно-валяльної машини ПВМ-

1, перетворювача частоти електричного струму Danfoss та комплекту вимірювальної апаратури.



а) конструкційна схема



б) загальний вигляд

1 – верхня рухома плита; 2 – нижня нерухома плита; 3 – рифлі;  
4 – піддон; 5 – шар вовни; 6 – дебалансний вібродвигун; 7 – вантаж

Рисунок 2 – Малогабаритна плитно-валяльна машина ПВМ-1

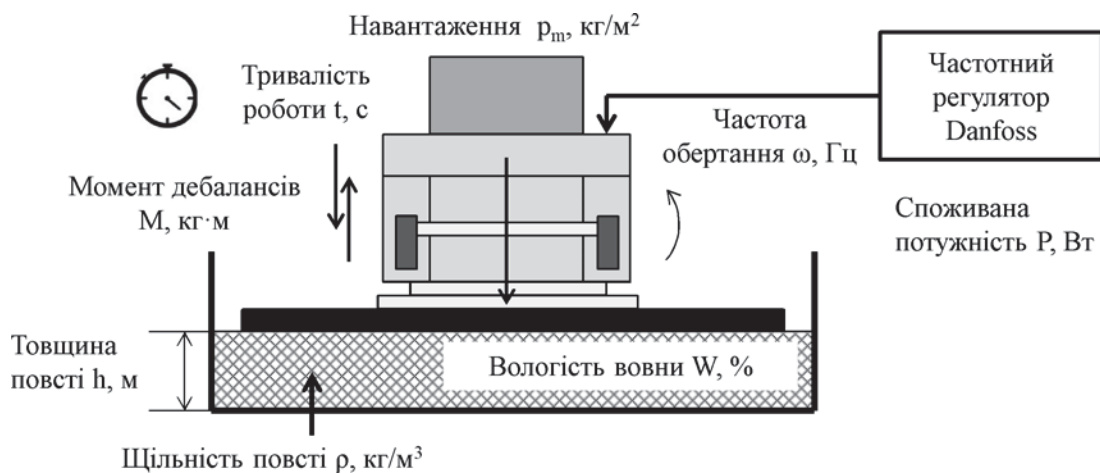


Рисунок 3 – Технологічна схема стану для експериментальних досліджень



Рисунок 4 – Загальний вигляд стану для експериментальних досліджень

Дослідження процесу валяння грубої овечої вовни в повстяний пласт малогабаритною плитно-валяльною машиною ПВМ-1 (рис 5) проведено в павільйоні випробувань Запорізького науково-дослідного центру у червні 2014 року при обробленні та переробленні 180 кг грубої овечої вовни згідно з розробленою програмою та методикою досліджень.

При проведенні експериментальних досліджень визначено вплив ряду конструктивно-технологічних параметрів малогабаритної плитно-валяльної машини на технологічний процес віброуцільнення шару зволоженої грубої овечої вовни: частота коливання верхньої плити ( $x_1$ ), робоча вологість шару вовни в піддоні ( $x_2$ ), навантаження на шар зволоженої грубої вовни ( $x_3$ ).



Рисунок 5 – Робочий процес ущільнення та формування повстяного пласта плитно-валяльною машиною ПВМ-1

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

За критерії оцінки експериментальних досліджень прийнято споживану потужність  $N$ , Вт і щільність повстяного пласта (при 13 %-ній його вологості)  $\rho_{13}$ , кг/м<sup>3</sup>. Критерії оцінки експериментальних досліджень фіксували кожні 600 с (10 хв.). Процес валяння проводили впродовж 3600 с (60 хв.) для кожного досліджу.

В якості критерію оптимізації обрано питомі витрати енергії  $E$  на реалізацію процесу валяння грубої овечої вовни в повстяний пласт

$$E = \frac{N \cdot t}{m_{\text{вовни}}}, \quad (1)$$

де  $m_{\text{вовни}} = 1$  кг - маса вовни, що закладалася у піддон плитно-валяльної машини;  
 $t$  – тривалість робочого процесу, с.

Аналіз отриманих даних виконано методом математичної статистики та графоаналітичних методів, з використанням програмних пакетів Mathematica і Maple.

В результаті розрахунків коефіцієнтів регресії отримана в розкдованому вигляді математична модель впливу досліджуваних факторів на щільність повстяних пластів  $\rho_{13}$  %:

$$\rho_{13\%} = (16,02 + 2,0893 \omega - 0,0209 \omega^2 + 2,005 W - 0,026 W^2 + 2657,26 M - 24425,8 M^2)(-0,07 + 9,14 \times 10^{-4} t - 2,49 \times 10^{-7} t^2 + 2,14 \times 10^{-11} t^3), \quad (2)$$

де  $\omega$  – частота коливання верхньої плити, Гц;

$W$  – робоча вологість вовни, %;

$M$  – момент дебаласів вібродвигуна, кг·м;

$t$  – тривалість робочого процесу, с.

Графічну інтерпретацію залежності (2) представлено на рисунках 6-8.

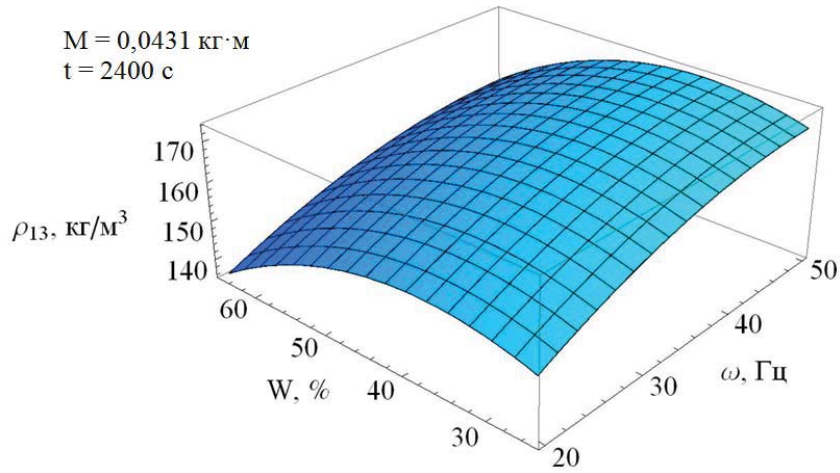


Рисунок 6 – Вплив робочої вологості вовни  $W$  і частоти коливання верхньої плити  $\omega$  на щільність отриманих повстяних пластів  $\rho_{13}$  %

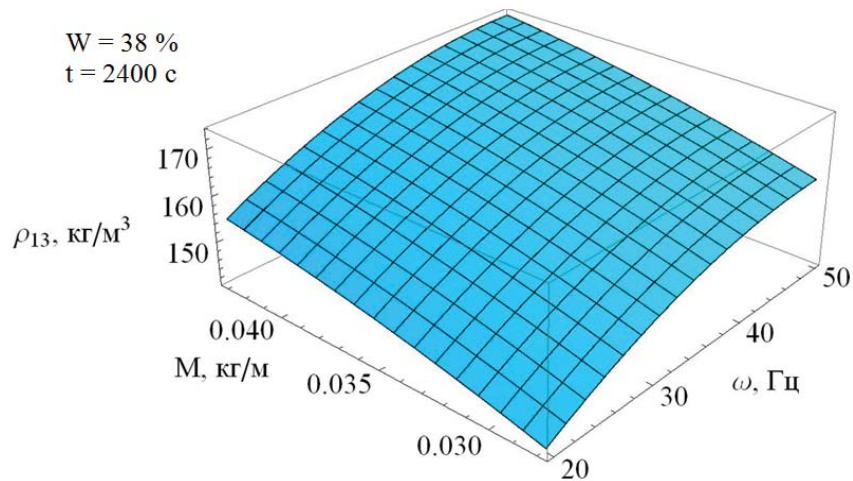


Рисунок 7 – Вплив моменту дебалансів вібродвигуна  $M$  і частоти коливання верхньої плити  $\omega$  на щільність отриманих повстяних пластів  $\rho_{13}$  %

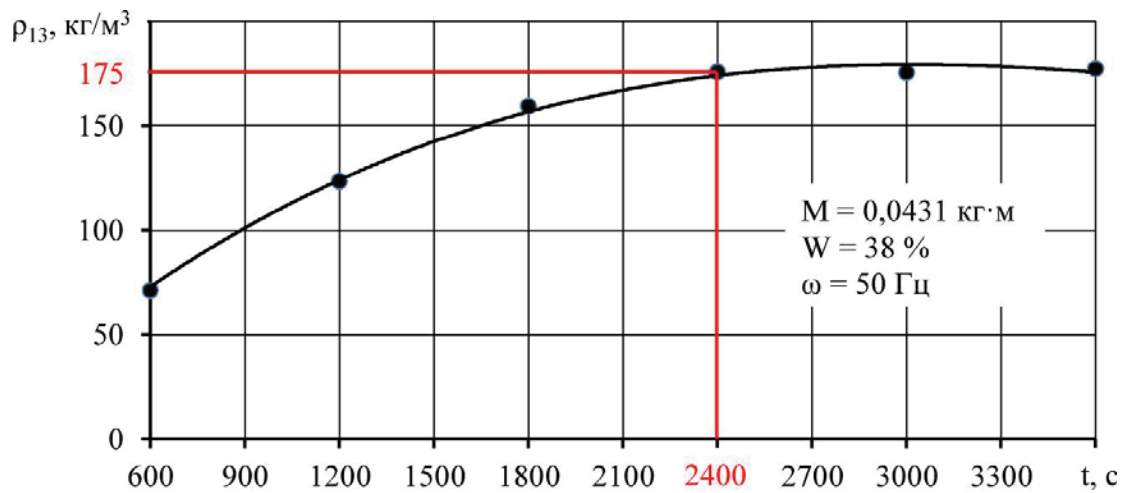


Рисунок 8 – Вплив тривалості робочого процесу  $t$  на щільність отриманих повстяних пластів  $\rho_{13}$  %



В результаті розрахунків коефіцієнтів регресії отримана в розкодованому вигляді математична модель впливу досліджуваних факторів на споживану потужність вібродвигуна:

$$N = 416,99 - 24,493 \omega + 0,447 \omega^2 + 2,213 W - 3265,91 M + 203909 M^2. \quad (3)$$

Для знаходження раціональних конструктивно-технологічних параметрів малогабаритної плитно-валяльної машини вирішимо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \rho_{13\%} \geq 140 \text{ кг/м}^3, \\ E = \frac{N \cdot t}{m_{\text{вовни}}} \rightarrow \min. \end{cases} \quad (4)$$

Вирішуючи систему рівнянь (4) спільно із (2) і (3) в програмному пакеті Mathematica отримуємо раціональні конструктивно-технологічні параметри малогабаритної плитно-валяльної машини:

$$\omega = 25 - 30 \text{ Гц}, W = 30 - 35 \%, M = 0,033 - 0,035 \text{ кг} \cdot \text{м}, t = 2400 \text{ с}. \quad (5)$$

При цих значеннях конструктивно-технологічних параметрів малогабаритна плитно-валяльна машина забезпечує при споживаній потужності вібродвигуна 309-320 Вт з продуктивністю  $Q = 1,5$  кг/год отримання повстяного пласта з щільністю  $\rho_{13} = 151-159$  кг/м<sup>3</sup>. Питомі витрати енергії на реалізацію робочого процесу ущільнення шару грубої овечої вовни при цьому становлять  $E = 0,74-0,77$  МДж/кг.

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що запропонована конструкція малогабаритної плитно-валяльної машини ПВМ-1 при одночасному завантаженні на 1 виробничий цикл 1 кг вихідної сировини й середніх значеннях показників споживаної потужності вібродвигуна 310 Вт забезпечила отримання повстяного пласта площею 0,25 м<sup>2</sup> щільністю 151-159 кг/м<sup>3</sup> при технологічній нормі 140-180 кг/м<sup>3</sup>.

## Список літератури

1. Наумов О. Б. Організація виробництва та первинної обробки вовни у місцях сировинної бази. Автореф дис. ... канд. техн. наук: 08.06 01 / О. Б. Наумов. – К.: НАУ, 2000. – 22 с.
2. Сокол О. І. Шляхи відродження вівчарства України / О. І. Сокол. – Харків: Бізнес Інформ, 2001. – С. 63.
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. Сухарльов В. О. Переробка овечої вовни у малих підприємствах / В. О. Сухарльов, В. В. Лиходід, І. М. Романцов // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Зб. наук. пр. - Вип. 16 (41). - Ч. 1 - Сільськогосподарські науки / М-во аграр. політики України, Харківська держ. зоовет. акад. – Харків: РВВ ХДЗВА, 2008. - С. 292-296.
5. Лиходід В. В. Технологічний модуль первинного оброблення вовни ТМ ПОВ-8,0 в умовах господарств / В. В. Лиходід, В. М. Забудченко, І. С. Цис // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету «Сучасні проблеми землеробської механіки». - Спец. вип. №2-09. - Дніпропетровськ: ДДАУ, 2009. - С. 157-161.
6. Сухарльов В. О. Обґрунтування розроблення техніко-технологічного модуля для виготовлення повсті на місцях виробництва вовни / В. О. Сухарльов, В. В. Лиходід, І. М. Романцов // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2010. – Вип. 1 (5, 6). – С. 116-119. – ISSN 2075-1591.
7. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рощин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.
8. Барабашук В. И. Планирование эксперимента в технике / В. И. Барабашук, Б. П. Креденцер, В. И. Мирошниченко. – К.: Техніка, 1984. – 200 с.

**Elchin Aliev, Viktor Lykholdid, Viktor Zabudchenko, Vitalij Ivlev**  
*Zaporozhye research center of Mechanization of animal husbandry, Zaporozhye*  
**Results of the research process wallow in coarse wool felted layer**

Creating a compact plate-fulling machines for processing of large amounts of unused wool in an environmentally safe marketable products on the ground of its production.

The basic experimental results of a compact plate-fulling machine SCI 1 for coarse felting wool felted layer and displays the optimum combination of factors that mostly affect its operation. A mathematical model that adequately describes the workflow coarse felting wool felt layer. The optimum value of constructive no-technological parameters of the proposed design compact plate-fulling machine.

The obtained results are the basis for improving the working of the existing structures of small plate-fulling machines similar purpose.

**sheep, rough wool, felting, small plate-fulling machine, the felt layer, workflow, research**

Одержано 22.09.14

**УДК 621.644:621.833.15**

**Ю.В. Кулешков, проф., д-р техн. наук, М.И. Черновол, проф., д-р техн. наук, Т.В. Руденко, доц., канд. техн. наук, М.В. Красота, доц., канд. техн. наук, С.О. Магопечь, доц., канд. техн. наук, К.Ю. Кулешкова, инж.**  
*Кировоградский национальный технический университет*

## **Исследование закономерностей изменения геометрических параметров зубчатого зацепления шестеренного насоса**

В статье приведено доказательство теоремы об особенностях движения элементов эвольвентного зубчатого зацепления, которая является теоретической базой снижения пульсации геометрической мгновенной подачи шестеренного насоса на всем протяжении зубчатого зацепления, исключая полюс зацепления.

**эвольвентное зубчатое зацепление, точка зацепления, инволюта, угол зубчатого зацепления, шестеренный насос, мгновенная подача, геометрическая подача**

**Ю.В. Кулешков, проф., д-р техн. наук, М.И. Черновол, проф., д-р техн. наук, Т.В. Руденко, доц., д-р техн. наук, М.В. Красота, доц., д-р техн. наук, С.О. Магопечь, доц., д-р техн. наук, К.Ю. Кулешкова, инж.**

*Кировоградський національний технічний університет*

**Дослідження закономірностей зміни геометричних параметрів зубчастого зацеплення шестеренного насоса**

В статті наведено доведення теорема про особливості руху елементів евольвентного зубчастого зацеплення, яка є теоретичною базою зниження пульсації геометричної миттєвої подачі шестеренного насоса протягом всього зубчастого зацеплення, крім полюса зацеплення.

**эвольвентне зубчасте зацеплення, точка зацеплення, інволюта, кут зубчастого зацеплення, шестеренний насос, миттєва подача, геометрична подача**