**I. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН**

Алієв Е. Б.

Івлєв В. В.

*ННЦ "Інститут  
механізації та  
електрифікації  
сільського  
господарства"*

Aliev E. B.

Ivlev V. V.

*Institute of Mechanization  
and Electrification of  
Agriculture*

УДК 621.77:677.3

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ  
ДІАПАЗОНУ РОБОЧИХ  
КОНСТРУКТИВНО-  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
ПЛИТНО-ВАЛЯЛЬНОЇ МАШИНИ**

*Анотація.* Розроблена математична модель процесу віброущільнення зволоженої вовни в повсть. Досліджено вплив конструктивно-технологічних параметрів плитно-валяльної машини та фізико-механічних властивостей грубої вовни на показники продуктивності та якості виконання робочого процесу її віброущільнення. Встановлені діапазони робочих конструктивно-технологічних параметрів плитно-валяльної машини.

*Ключові слова:* вовна, плитно-валяльна машина, віброущільнення, напруженість, деформація.

**Постановка проблеми.** Підвищення ефективності технологічних процесів перероблення грубої овечої вовни в повсть може бути досягнуто шляхом обґрунтування складу та техніко-технологічних параметрів елементів технологічного модуля [1], здатних забезпечити необхідні фізико-механічні властивості повсті згідно вимог до повсті. Одним з елементів технологічного модуля для переробки грубої вовни в повсть є плитно-валяльна машина періодичної дії. Її робочим органом є плита із рифлями, яка здійснює зворотно-поступовий рух за рахунок роботи дебалансового вібродвигуна, і тим самим забезпечує високий ступень ущільнення зволоженої грубої вовни [2]. Цілісне уявлення про хід робочого процесу валяння грубої вовни у повсть неможливе без дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів плитно-валяльної машини на показники продуктивності й якості її роботи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Привівши аналіз експериментальних і теоретичних досліджень напружено-деформаційного стану волокнистих матеріалів [5, 6] і враховуючи особливі фізико-механічні властивості зволоженої грубої вовни було встановлено, що існуючі механіко-математичні моделі не можуть в повній мірі описати процес її валяння.

**Мета досліджень.** Дослідити вплив конструктивно-технологічних параметрів

плитно-валяльної машини та фізико-механічних властивостей грубої вовни на показники продуктивності та якості виконання робочого процесу її віброущільнення.

**Основні результати дослідження.** Для розроблення математичної моделі процесу валяння зволоженої вовни в повсть приймемо такі припущення й спрощення:

– процес валяння зволоженої вовни на плитно-валяльній машині представляє собою задачу про контактну взаємодію абсолютно твердих тіл з пористим середовищем;

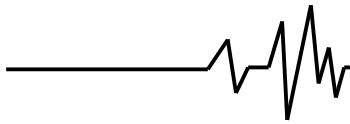
– сила тертя між боковою поверхню піддона плитно-валяльної машини і шару пористого матеріалу (зволоженої вовни) відсутня, через незначне значення в порівнянні із діючої сили вібродвигуна (згідно попередніх досліджень);

– рух рідини в пористому середовищі (зволоженої вовни) підпорядковується закону Дарсі;

– спостереження при лабораторних дослідженнях за деформацією зволоженої грубої вовни [3], як волокнистого матеріалу, в процесі її навантаження і розвантаження дали змогу прийняти її реологічну модель як пружно-в'язко-пластичне тіло.

Розглянемо поперечний переріз плитно-валяльної машини шириною  $a$ , довжиною  $l$  і початковою товщиною вовни  $H$  (рис. 1).

Піддон, що заповнений зволоженою вовною, представлено у вигляді паралелепіпеда, який обмежений з трьох



сторін. Робоча плита плитно-валяльної машини виконує поступально-коливальний рух з силою, яка направлена зверху піддона:

$$F = \begin{cases} G, & 0 \leq t \leq t_1, \\ G + F_m \cos \omega t, & t_1 < t < t_2, \\ 0, & t_2 \leq t \leq t_3, \end{cases} \quad (1)$$

де  $G$  – сила тяжіння робочої плити із вабродвигуном та додатковими вантажами, Н;  $F_m$  – амплітуда коливань вабродвигуна за

силою, Н;  $\omega$  – частота коливань вабродвигуна, Гц.

Розглянемо елементарну площину (рис. 1) зволоженої вовни (пористого пружно-в'язко-пластичного середовища, яке заповнено однорідної рідиною). Рівняння рівноваги двовимірних напружень, що діють на елементарну площину можуть бути записані у вигляді [4]:

$$\begin{aligned} \left( \sigma_x + \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} dx \right) dy - \sigma_x dy + \left( \tau_{yx} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} dy \right) dx - \tau_{yx} dx &= 0, \\ \left( \sigma_y + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} dy \right) dx - \sigma_y dx + \left( \tau_{xy} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} dx \right) dy - \tau_{xy} dy &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $\sigma_x, \sigma_y$  – нормальні напруженості вздовж осей  $X$  і  $Y$ , Па;  $\tau_{xy}$  – дотична напруженість, Па;  $x, y$  – координати, м.

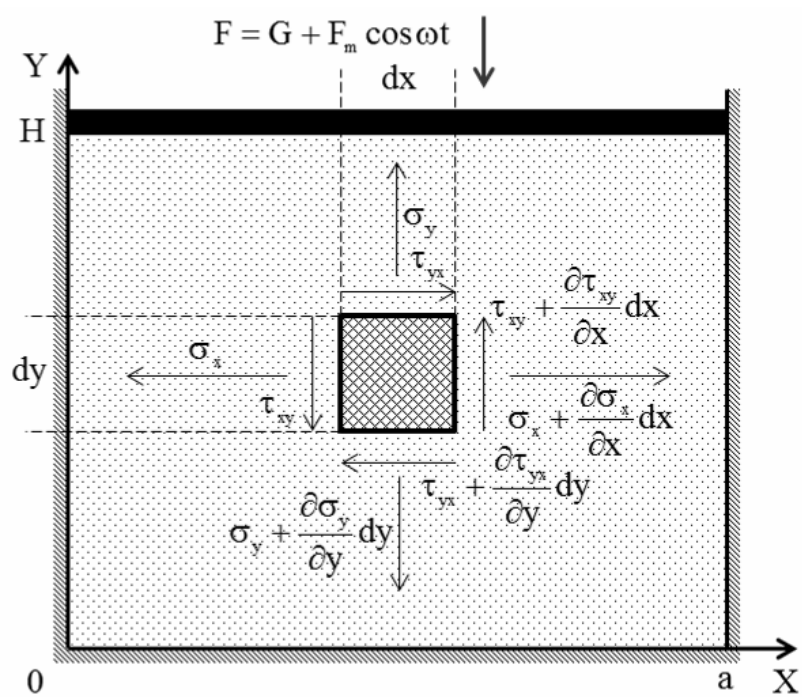


Рис. 1. Поперечний переріз плитно-валяльної машини

Перетворюючи рівняння (2) маємо

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

Узагальнюючи рівняння (3) маємо:

$$\sum \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_{ij}} = 0, \quad i = 1, 2, \quad (4)$$

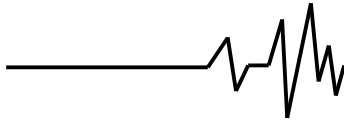
де  $\tau_{ij}$  – узагальнене напруження, Па;  $x_{ij}$  – координати, м.

Узагальнене напруження може бути виражене як [5]

$$\tau_{ij} = \sigma_{ij} - \alpha P \delta_{ij}, \quad (5)$$

де  $\sigma_{ij}$  – ефективне напруження, що діє на твердий скелет середовища, Па;  $\alpha$  – коефіцієнт пропорційності тиску рідини (константа Біота);  $P$  – тиск рідини, Па.

Ефективне напруження може бути виражено як:



$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij}^0 - \Delta\sigma_{ij}, \quad (6)$$

де  $\sigma_{ij}^0$  – початкове ефективне напруження, що діє на твердий скелет середовища, Па;  $\Delta\sigma_{ij}$  – прирощення ефективного напруження, що діє на твердий скелет середовища, Па.

Якщо припустити, що зволожена вовна є ізотропним пористим середовищем, то її напружено-деформаційний стан підпорядковується наступному рівнянню [5]:

$$\Delta\sigma_{ij} = 2G\Delta\varepsilon_{ij} + \lambda\Delta\varepsilon_{kk}\delta_{ij}, \quad (7)$$

де  $\Delta\varepsilon_{ij}$  – прирощення відносної деформації твердого скелету середовища;  $G, \lambda$  – константи Ламе, Па:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}, \quad (8)$$

$$\lambda = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}, \quad (9)$$

$E$  – модуль Юнга, Па;  $\nu$  – коефіцієнт Пуассона. Загалом:

$$\Delta\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij} - \varepsilon_{ij}^0, \quad (10)$$

де  $\varepsilon_{ij}^0$  – початкова відносна деформація, яка може бути викликана такими факторами, як усадка та зміна температури.

Припускаючи незначну початкову відносну деформацію, маємо:

$$\Delta\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}. \quad (11)$$

Об'єднуючи рівняння (2)-(7) і (11) і припускаючи  $\sigma_{ij}^0 = 0$  отримуємо рівняння:

$$2G \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial x_j} + \lambda \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial x_i} - \alpha \frac{\partial P}{\partial x_i} = 0. \quad (12)$$

У випадку малих деформацій, компоненти деформації пов'язані із зміщеннями за наступним співвідношенням:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right), \quad (13)$$

де  $u_i$  – зміщення точок твердого скелету середовища, м.

Об'єднуючи (12) і (13) отримуємо:

$$(\lambda + G) \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \right) + G \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \alpha \frac{\partial P}{\partial x} = 0, \quad (14)$$

$$\begin{aligned} & (\lambda + G) \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right) + \\ & + G \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \alpha \frac{\partial P}{\partial y} = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

Розглянемо рух рідини в пористому середовищі в процесі його деформації. Рівняння неперервності для рідини визначається за формулою [6]:

$$\frac{\partial(\phi W \rho_w)}{\partial t} + \frac{\partial(\phi W \rho_w U_w)}{\partial x_i} = 0, \quad (16)$$

де  $\phi$  – пористість середовища;  $W$  – насичення рідини в елементарній площині пористого середовища (вологість);  $\rho_w$  – щільність рідини в пористому середовищі, кг/м<sup>3</sup>;  $U_w$  – швидкість рідини в пористому середовищі, м/с.

Швидкість Дарсі для рідини в більш ніж однієї фази системи визначається як [16]

$$w_w = \phi W \left( U_w - \frac{\partial u_i}{\partial t} \right). \quad (17)$$

Об'єднуючи рівняння (16) і (17) маємо:

$$\frac{\partial(\phi W \rho_w)}{\partial t} + \frac{\partial \left( \phi W \rho_w \frac{\partial u_i}{\partial t} \right)}{\partial x_i} + \frac{\partial(\rho_w w_w)}{\partial x_i} = 0. \quad (18)$$

Рівняння збереження маси для пористого середовища визначається за формулою:

$$\frac{\partial(1-\phi)\rho_s}{\partial t} + \frac{\partial(1-\phi)\rho_s \frac{\partial u_i}{\partial t}}{\partial x_i} = 0, \quad (19)$$

де  $\rho_s$  – щільність пористого середовища, кг/м<sup>3</sup>.

Перетворюючи рівняння (19) отримуємо:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \frac{\partial u_i}{\partial t} \frac{\partial \phi}{\partial x_i} = \frac{1-\phi}{\rho_s} \left( \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + \frac{\partial u_i}{\partial t} \frac{\partial \rho_s}{\partial x_i} \right) + (1-\phi_m) \frac{\partial^2 u_i}{\partial t \partial x_i}. \quad (20)$$

Введемо диференціальний оператор:

$$\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial u_i}{\partial t} \frac{\partial}{\partial x_i} \quad (21)$$

і застосуємо його до рівняння (20):

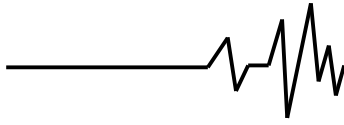
$$\frac{D\phi}{Dt} = \frac{1-\phi}{\rho_s} \frac{D\rho_s}{Dt} + (1-\phi) \frac{\partial^2 u_i}{\partial t \partial x_i}. \quad (22)$$

Розширення рівняння (18) призводить до:

$$\begin{aligned} & \phi W \frac{D\rho_w}{Dt} + \phi \rho_{wm} \frac{DW}{Dt} + W \rho_{wm} \frac{D\phi_m}{Dt} + \\ & + \phi W \rho_w \frac{\partial^2 u_i}{\partial t \partial x_i} + \frac{\partial(\rho_w w_w)}{\partial x_i} = 0 \end{aligned} \quad (23)$$

Об'єднуючи рівняння (22) і (23) маємо:

$$\begin{aligned} & \phi W \frac{D\rho_w}{Dt} + \phi \rho_w \frac{DW}{Dt} + W \rho_w \frac{1-\phi}{\rho_s} \frac{D\rho_s}{Dt} + \\ & W \rho_w (1-\phi) \frac{\partial^2 u_i}{\partial t \partial x_i} + \phi W \rho_w \frac{\partial^2 u_i}{\partial t \partial x_i} + \frac{\partial(\rho_w w_w)}{\partial x_i} = 0. \end{aligned} \quad (24)$$



Враховуючи те, що  $\frac{\partial u_i}{\partial t} \frac{\partial}{\partial x_i} \ll \frac{\partial}{\partial t}$

наближаємо  $\frac{D}{Dt} \approx \frac{\partial}{\partial t}$ . Тоді остаточно маємо:

$$\begin{aligned} \phi W \frac{\partial \rho_w}{\partial t} + \phi \rho_w \frac{\partial W}{\partial t} + W \rho_w \frac{1-\phi}{\rho_s} \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + \\ W \rho_w (1-\phi) \frac{\partial^2 u_i}{\partial t \partial x_i} + \phi W \rho_w \frac{\partial^2 u_i}{\partial t \partial x_i} + \frac{\partial(\rho_w w_w)}{\partial x_i} = 0. \end{aligned} \quad (25)$$

Швидкість  $w_w$  визначається законом Дарсі:

$$w_w = -\frac{kk_\tau}{\mu} \frac{\partial P}{\partial x_i} \quad (26)$$

де  $k$  – абсолютна проникність середовища,  $m^2$ ;  $k_\tau$  – відносна проникність середовища в рідкій фазі;  $\mu$  – в'язкість рідини, Па·с.

Підставляючи (26) в (25) маємо:

$$\begin{aligned} \phi W \frac{\partial \rho_w}{\partial t} + \phi \rho_w \frac{\partial W}{\partial t} + W \rho_w \frac{1-\phi}{\rho_s} \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + \\ + W \rho_w (1-\phi) \frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x} + \phi W \rho_w \frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x} - \\ - \frac{kk_\tau}{\mu} \frac{\partial \rho_w}{\partial x} \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{kk_\tau}{\mu} \rho_w \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = 0, \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \phi W \frac{\partial \rho_w}{\partial t} + \phi \rho_w \frac{\partial W}{\partial t} + W \rho_w \frac{1-\phi}{\rho_s} \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + \\ + W \rho_w (1-\phi) \frac{\partial^2 v}{\partial t \partial y} + \phi W \rho_w \frac{\partial^2 v}{\partial t \partial y} - \\ - \frac{kk_\tau}{\mu} \frac{\partial \rho_w}{\partial y} \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{kk_\tau}{\mu} \rho_w \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0. \end{aligned} \quad (28)$$

Враховуючи той факт, що насичення рідини в елементарній площині пористого середовища не змінюється з часом ( $\frac{\partial W}{\partial t} = 0$ ) і рідина є нестислива

( $\frac{\partial \rho_w}{\partial t} = 0$ ) маємо:

$$\begin{aligned} W \frac{1-\phi}{\rho_s} \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + W (1-\phi) \frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x} + \\ + \phi W \frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x} - \frac{kk_\tau}{\mu} \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = 0, \end{aligned} \quad (29)$$

$$\begin{aligned} W \frac{1-\phi}{\rho_s} \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + W (1-\phi) \frac{\partial^2 v}{\partial t \partial y} + \\ + \phi W \frac{\partial^2 v}{\partial t \partial y} - \frac{kk_\tau}{\mu} \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0. \end{aligned} \quad (30)$$

Згідно рис. 1, граничними умовами для змінних рівнянь (14)-(15) є:

$$u(0, y) = u(a, y) = v(x, 0) = 0, \quad (31)$$

$$P(x, h(t)) = \frac{F}{a \cdot l} = \begin{cases} \frac{G}{a \cdot l}, & 0 \leq t \leq t_1, \\ \frac{G + F_m \cos \omega t}{a \cdot l}, & t_1 < t < t_2, \\ 0, & t_2 \leq t \leq t_3, \end{cases} \quad (32)$$

де  $h(t)$  – товщина зволоженої вовни, м:

$$h(t) = H(1 - \varepsilon_y(t)). \quad (33)$$

Початковими умовами для змінних рівнянь (29)-(30) є:

$$\rho_s|_{t=0} = \rho_{s0}, \quad (34)$$

$$u(x, y)|_{t=0} = v(x, y)|_{t=0} = 0. \quad (35)$$

Систему рівнянь (13)-(15), (29)-(30) із граничними і початковими умовами (31)-(35) дуже складно вирішити аналітичними методами, тому для рішення цієї системи скористаємося програмним пакетом Maple. В результаті розрахунку системи рівнянь з використанням програмного пакету Maple були отримані динамічні залежності відносної деформації вовни  $\varepsilon_y$  при різних значеннях вологості  $W$ , частоти коливань вібродвигуна  $\omega$  і питомої маса  $p_m$  робочої плити із двигуном на  $1 m^2$  поверхні вовни, що обробляється. Питома маса робочої плити із двигуном визначається залежністю:

$$p_m = \frac{G}{g \cdot a \cdot l}, \quad (36)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $m/s^2$ .

Узагальнююча динамічна залежність відносної деформації вовни  $\varepsilon_y(t)$  представлено на рис. 2, а. Згідно формули (33) маємо узагальнений графік залежності динаміки зміни товщини шару вовни  $h(t)$ , який приведено на рис. 2, б.

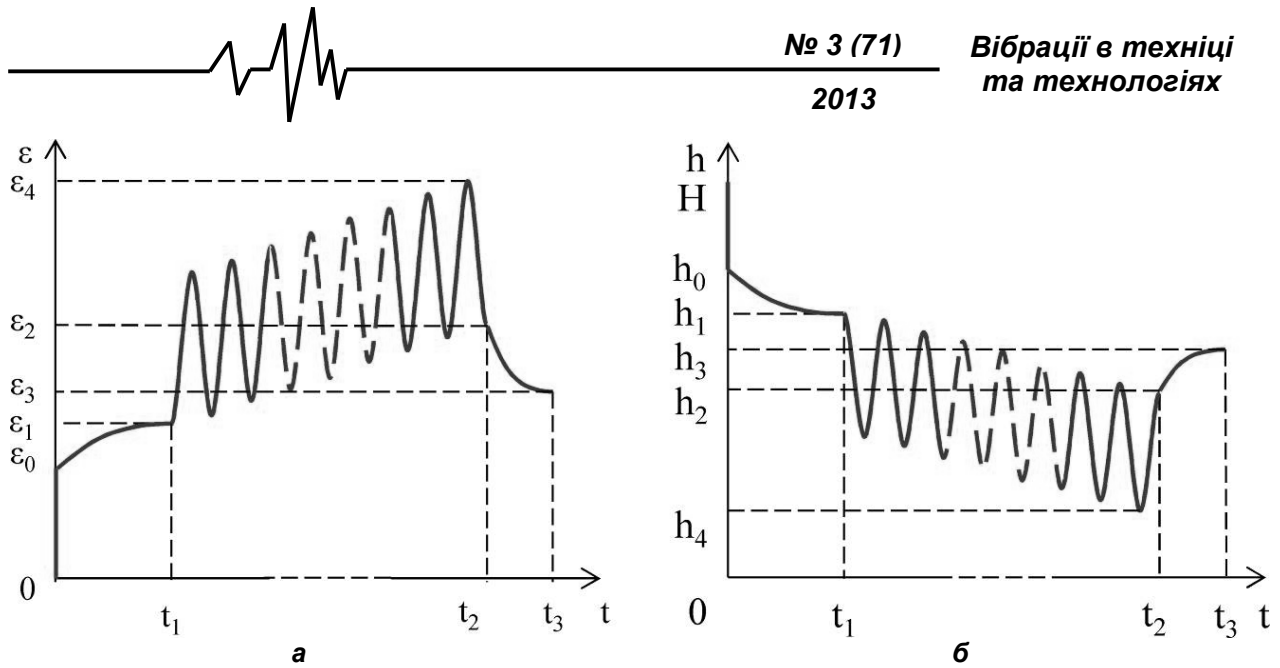


Рис. 2. Узагальнюючі динамічні залежності відносної деформації (а) і товщини шару (б) вовни

Щільність зволоженої повсті, яка отримана в результаті віброущільнення можна розрахувати за формулою:

$$\rho = \frac{\rho_{s0} \cdot H}{(1 - W) \cdot h_3}, \quad (37)$$

де  $h_3$  – товщина шару вовни після віброущільнення – повсті (згідно рис. 2, б), м.

Після процесу віброущільнення зволоженої грубої вовни у повсть відбувається її сушіння до вологості 13 %, при цьому щільність сухої повсті повинна знаходитися у межах 140-180 кг/м<sup>3</sup> [7-11]. Тому проведемо розрахунок щільності повсті при 13 % вологості:

$$\rho_{13} = \rho \frac{1 - W}{1 - 0,13} = \frac{\rho_{s0} \cdot H}{0,87 \cdot h_3}. \quad (38)$$

Варіювання конструкційно-технологічними параметрами плитно-валяльної машини дозволили отримати математичну модель процесу віброущільнення зволоженої грубої вовни (рис. 3), яка зв'язала щільність отриманої повсті  $\rho_{13}$  із робочою вологістю грубої вовни під час валяння  $W$  (в межах 0,15-0,50), частотою обертання ротора вібродвигуна  $\omega$  (в межах 10-90 Гц) і питомою масою робочої плити із двигуном  $\rho_m$  (в межах 120-360 кг/м<sup>2</sup>).

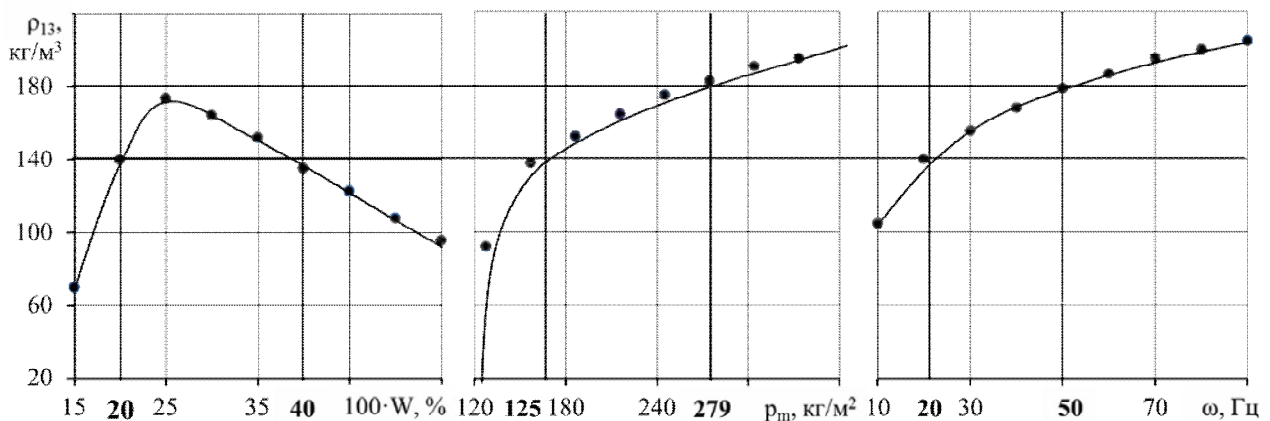
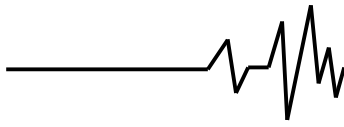


Рис. 3. Залежності щільності повсті при 13 % вологості  $\rho_{13}$  від робочої вологості  $W$ , питомої маси навантаження  $\rho_m$  і частоти коливань вібродвигуна  $\omega$  в процесі віброущільнення



Аналіз графіків, що приведені на рис. 3, показує що при робочій вологості грубої вовни під час валяння  $W = 0,20-0,40$ , частоті обертання ротора вібродвигуна  $\omega = 20-50$  Гц і питомій масі робочої плити із двигуном  $\rho_m = 125-279$  кг/м<sup>2</sup> щільність отриманої повсті при 13 % вологості складає  $\rho_{13} = 140-180$  кг/м<sup>3</sup>. Що відповідає вимогам стандартів на повсть для теплоізоляції [10].

### Висновки

1. Розроблено математичну модель процесу віброущільнення зволоженої грубої вовни, яка зв'язала щільність отриманої повсті  $\rho_{13}$  із робочою вологістю грубої вовни під час валяння  $W$ , частотою обертання ротора вібродвигуна  $\omega$  і питомою масою робочої плити із двигуном  $\rho_m$ .

2. Встановлено, що при  $W = 0,20-0,40$ ;  $\omega = 20-50$  Гц;  $\rho_m = 125-279$  кг/м<sup>2</sup> щільність отриманої повсті при 13 % вологості складає  $\rho_{13} = 140-180$  кг/м<sup>3</sup>.

### Список використаних джерел

1. Пат. 67501 Україна, МПК (2012) D01B 3/00. Технологічний модуль оброблення та перероблення грубої вовни в повсть / І.А. Шевченко, В.В. Лиходід, В.О. Сухарльов, В.М. Забудченко, С.І. Павленко, В.В. Івлєв; заявник і патентовласник Ін-т мех. тв-ва НААН. – № у 2011 09080; заявл. 20.07.2011; опублік. 27.02.2012, Бюл. №4, 2012 р.

2. Пат. 67502 Україна, МПК (2012) D01H 1/00. Плитно-валяльна машина для виготовлення повсті / І.А. Шевченко, В.В. Лиходід, В.М. Забудченко, С.І. Павленко, В.В. Івлєв; заявник і патентовласник Ін-т мех. тв-ва НААН. – № у 2011 09081; заявл. 20.07.2011; опублік. 27.02.2012, Бюл. №4, 2012 р.

3. Лиходід В.В. Результати дослідження деформаційних характеристик шару вологонасиченої грубої вовни / В.В. Лиходід, В.В. Івлєв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2012. – Вип. 1(9). – С. 86-92. – ISSN 2075-1591.

4. Самуль В. И. Основы теории упругости и пластичности / В.И. Самуль. – М. : Высшая школа, 1982. – 264 с.

5. Zhengying Shu. A dual-porosity model for two-phase flow in deforming porous media: Ph.D. thesis / Martin Sherburn. – The University of Oklahoma Graduate College, 2011. – 208 p.

6. Ali Tamayol. Micro/macrosopic fluid flow in open cell fibrous structures: Ph.D. thesis / Martin Sherburn. – Simon Fraser University, 2011. – 208 p.

7. ГОСТ 288-72. Войлок технический тонкошерстный и детали из него для машиностроения. Технические условия / Государственный комитет СССР по стандартам. – М. : Издательство стандартов, 1984. – 19 с.

8. ГОСТ 11025-78. Войлок тонкошерстный для электрооборудования и детали из него. Технические условия / Государственный комитет СССР по стандартам. – М. : Издательство стандартов, 1998. – 8 с.м

9. ГОСТ 6308-71. Войлок технический полугрубошерстный и детали из него для машиностроения. Технические условия / Государственный комитет СССР по стандартам. – М. : Издательство стандартов, 1992. – 16 с.

10. ГОСТ 6418-81. Войлок технический грубошерстный и детали из него для машиностроения. Технические условия / Государственный комитет СССР по стандартам. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 14 с.

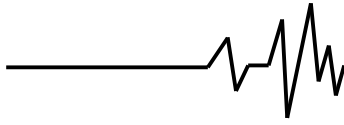
11. ГОСТ 16221-79. Войлок юртовый. Технические условия / Государственный комитет СССР по стандартам. – М. : Издательство стандартов, 1997. – 8 с.

### Список джерел в транслітерації

1. Pat. 67501 Ukrayina, MPK (2012) D01B 3/00. Tekhnolohichnyy modul obroblennya ta pereroblennya hruboyi zovni u povst / I.A. Shevchenko, V.V. Likhodid, V.O. Sukharlov, V.M. Zabudchenko, S.I. Pavlenko, V.V. Ivlyev; zayavnyk y patentovlasnik In-t mekh. tv-va NAAN. – № u 2011 09080; zayavl. 20.07.2011; opublik. 27.02.2012, Byul. № 4, 2012 r.

2. Pat. 67502 Ukrayina, MPK (2012) D01H 1/00. Plytno-valyalno mashyna dlya vyhotovlennya povsti / I.A. Shevchenko, V.V. Likhodid, V.M. Zabudchenko, S.I. Pavlenko, V.V. Ivlyev; zayavnyk y patentovlasnik In-t mekh. tv-va NAAN. – № u 2011 09081; zayavl. 20.07.2011; opublik. 27.02.2012, Byul. № 4, 2012 r.

3. Likhodid V.V. Rezultaty Doslidzhennya deformatsiynikh kharakterystyk kuli volohonasichenoyi hruboyi Vivnya / V.V. Likhodid, V.V. Ivlyev // Mekhanizatsiya, ekolohizatsiya ta konvertatsiya biosirovini v tvarinnitstvi: zb. nauk. prats / In-t mekh. tvarynnystvva NAAN. – Zaporizhzhya, 2012. – Vyp. 1 (9). – S. 86-92. – ISSN 2075-1591.



4. Samuli V. I. Osnovy teorii uprugosti i plastichnosti / V.I. Samuli. – M. : Vysshaya shkola, 1982. – 264 s.

5. Zhengying Shu. A dual-porosity model for two-phase flow in deforming porous media: Ph.D. thesis / Martin Sherburn. – The University of Oklahoma Graduate College, 2011. – 208 p.

6. Ali Tamayol. Micro / macroscopic fluid flow in open cell fibrous structures: Ph.D. thesis / Martin Sherburn. – Simon Fraser University, 2011. – 208 p.

7. GOST 288-72. Voylok tekhnicheskii tonkosherstnyy i detali iz nego dlya mashinostroyeniya. Tekhnicheskiye usloviya / Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam. – M. : Izdatelstvo standartov, 1984. – 19 s.

8. GOST 11025-78. Voylok tonkosherstnyy dlya elektrooborudovaniya i detali iz nego. Tekhnicheskiye usloviya / Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam. – M. : Izdatelstvo standartov, 1998. – 8 S.M.

9. GOST 6308-71. Voylok tekhnicheskii polugrubosherstnyy i detali iz nego dlya mashinostroyeniya. Tekhnicheskiye usloviya / Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam. – M. : Izdatelstvo standartov, 1992. – 16 s.

10. GOST 6418-81. Voylok tekhnicheskii grubosherstnyy i detali iz nego dlya mashinostroyeniya. Tekhnicheskiye usloviya / Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam. – M. : Izdatelstvo standartov, 1986. – 14 s.

11. GOST 16221-79. Voylok yurtovyy. Tekhnicheskiye usloviya / Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam. – M. : Izdatelstvo standartov, 1997. – 8 s.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДИАПАЗОНА РАБОЧИХ КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛИТНО-ВАЛЯЛЬНОЙ МАШИНЫ

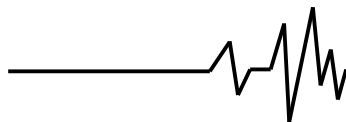
**Аннотация.** Разработана математическая модель процесса виброуплотнения увлажненной шерсти в войлок. Исследовано влияние конструктивно-технологических параметров плитно-валяльной машины и физико-механических свойств грубой шерсти на показатели производительности и качества выполнения рабочего процесса ее виброуплотнения. Установлены диапазоны рабочих конструктивно-технологических параметров плитно-валяльной машины.

**Ключевые слова:** шерсть, плитно-валяльная машина, виброуплотнение, напряженность, деформация.

#### THEORETICAL BASIS OF STRUCTURAL RANGE OF OPERATING AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PLATE- FULLING MACHINE

**Annotation.** A mathematical model of vibrocompaction moistened wool felts. The influence of structural and technological parameters of plate-fulling machines and physical and mechanical properties of coarse wool on the performance and quality of vibrocompaction. The range of working constructively and technological parameters of plate-fulling machine.

**Key words:** wool, plate-fulling machine, vibration compaction, stress, strain.

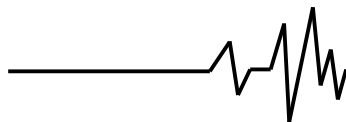
**ЗМІСТ****I. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН**

<i>Алієв Е. Б., Ієлєв В. В.</i> ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДІАПАЗОНУ РОБОЧИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛИТНО-ВАЛЯЛЬНОЇ МАШИНИ.....	5
<i>Забродський М. М.</i> СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЕКТНОГО РОЗРАХУНКУ ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТА З КРУГОВИМИ КОЛИВАННЯМИ.....	12
<i>Косминський І. В.</i> СТАБІЛІЗАЦІЯ РЕЖИМУ КОЛИВАНЬ ПРИВАНТАЖУВАЧА.....	17
<i>Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О.</i> МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОЇ МАШИНИ ЗА ОПТИМАЛЬНИМ ЗАКОНОМ.....	23
<i>Полулях А. Д., Еремеев І. В.</i> ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ УГОЛЬНОГО ШЛАМА НА СИТЕ ВИБРОГРОХОТА.....	29
<i>Полулях А. Д., Полулях Д. А., Еремеев І. В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ВИБРОУПЛОТНЕНИЯ УГОЛЬНОГО ШЛАМА НА ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ГРОХОТЕ С РАЗНОНАКЛОННЫМИ УЧАСТКАМИ ОБЕЗВОЖИВАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	33
<i>Свідерський А. Т.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ ІЗ УРАХУВАННЯМ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	41
<i>Сівко В. Й., Кузьмінець М. П.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ АРМОЦЕМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ У РЕЗУЛЬТАТІ ПОВЕРХНЕВОГО ВІБРОФОРМУВАННЯ.....	46

**II. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА**

<i>Дєдов О. П.</i> МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАТИЧНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	50
<i>Назаренко І. І., Баранов Ю. О., Басараб В. А.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ БЕТОННОЇ СУМІШІ З РОБОЧИМ ОРГАНОМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ УДАРНО-ВІБРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ.....	55
<i>Назаренко І. І., Мартинюк І. Ю.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСТАЛИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВІБРОМАЙДАНЧИКА.....	61
<i>Назаренко І. І., Ручинський М. М.</i> ЕНЕРГЕТИЧНІ СПІВВІДНОШЕННЯ У ВІБРОУДАРНИХ МАШИНАХ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ.....	67
<i>Назаренко І. І., Свідерський А. Т., Делембовський М. М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ КАРДАННИХ ВАЛІВ ВІБРОМАШИН БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ.....	72
<i>Поліщук Л. К., Харченко Є. В.</i> МОДАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЦІЛЬНОЇ БАГАТОПРОГОНОВОЇ СТРИЛИ ВІДВАЛОУТВОРЮВАЧА.....	78
<i>Рахманов С. Р., Лагутин Б. Н., Тополов В. Л., Байджанов С. М.</i> ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ЛИНИИ ПРИВОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО СТАНА ТРУБОПРОКАТНОГО АГРЕГАТА С ЗАЗОРОМ В СОЧЛЕНЕНИЯХ.....	85





<i>Франчук В. П., Анциферов А. В.</i> РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ.....	92
<i>Шелеленко И. В., Черкун В. В.</i> ОБРАЗОВАНИЕ АНТИФРИКЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ФИНИШНОЙ АНТИФРИКЦИОННОЙ БЕЗАБРАЗИВНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ.....	99
<i>Яковенко В. Б.</i> ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ В ПРОЕКТНЫХ РАСЧЕТАХ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	105

### **III. ПЕРЕРОБНІ ТА ХАРЧОВІ ВИРОБНИЦТВА**

<i>Берник І. М.</i> ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ СЕРЕДОВИЩ.....	109
<i>Назаренко І. І., Міщук Є. О.</i> АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВІБРАЦІЙНИХ ЩОКОВИХ ДРОБАРОК І ТЕНДЕНЦІЇ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ.....	116
<i>Орищенко С. В., Мацюк Б. В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТА ТА ОЦІНКА ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ.....	120
<i>Пазюк В. М.</i> СТУПІНЧАТІ РЕЖИМИ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ З АНТИОКСИДАНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ.....	126
<i>Паламарчук І. П., Янович В. П., Купчук І. М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРОРОТОРНОЇ ДРОБАРКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ.....	130
Відомості про авторів.....	135