

### **The use of modifying additives to restore the machine parts**

This research is aimed at conducting a comparative analysis of the effect of various types of carbon-containing additives and fractions, natural and special nano- and wet-diamond produced, detonation charge for evaluating the efficiency of the process of reduction and hardening of parts.

Investigations were carried out to evaluate the efficiency of the method for modifying the recovery of steel parts by surfacing to improve wear resistance. Modification involves improving the quality of the restored layer and the transition zone. The search for technological methods of introducing additives has shown that such quality requirements can be ensured by dosing it into a liquid bath. It was found that the optimum is the addition of a carbon-containing micro-diamond phase of 5-7% of the proportion of the wire. Comparative assessment of the possibility of using as a modifier (nano- and micro) natural carbon-containing component - schungite and tertiary raw materials.

On the basis of comparative studies, a new technology of modification for restorative surfacing of parts was proposed, which was obtained on the basis of detonation charge. It includes nano- and dispersed diamonds, provides good adhesion to the cladding with the base, fine grain, a reduced zone of thermal impact. The use of such secondary raw materials will significantly reduce the costs of a new technological process of recovery.

**modification, nano- and microdiamonds, schungite, detonation charge**

Одержано 13.10.17

**УДК 631.362:532**

**С.О. Харченко, доц., канд. техн. наук, В.П. Ольшанський, проф., д-р фіз.-мат. наук, Ф.М. Харченко, доц., канд. техн. наук, В.В. Бредихін, доц., канд. техн. наук**  
*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків, Україна*

### **Визначення динаміки зернової суміші гречки при її просіюванні через отвори плоских віброрешет**

За результатами розроблених математичних моделей динаміки зернових сумішей отримані закономірності зміни їх складових швидкості при просіюванні на віброрешетах з активаторами. Моделювання проведено з використанням аналогії руху зернової суміші як псевдозрідженого бульбашкового середовища, в якому бульбашки – простір між зернами, тверді частинки – самі зерна. Для підтвердження адекватності розроблених теоретичних положень визначено методику та проведено експериментальні дослідження. Встановлені залежності складових швидкостей потоку зернової суміші гречки від конструктивно-кінематичних параметрів решета, властивостей середовища. Результати експериментальних досліджень підтвердили теоретичні дослідження з розходженням до 3%, що дозволило уточнити діапазони варіювання складових швидкостей зернових сумішей гречки на плоских віброрешетах.

**плоске нахилене віброрешето, процес просіювання, складові швидкості руху, отвір, зернова суміш, гречка**

**С.А. Харченко, доц., канд. техн. наук, В.П. Ольшанский, проф., д-р фіз.-мат. наук, Ф.М. Харченко, доц., канд. техн. наук, В.В. Бредихин, доц., канд. техн. наук**  
*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, г. Харьков, Украина*

**Определение динамики зерновой смеси гречки при ее просеивании через отверстия плоских виброрешет**

По результатам разработанных математических моделей динамики зерновых смесей получены закономерности изменения их составляющих скорости при просеивании на виброрешетах с активаторами. Моделирование проведено с использованием аналогии движения зерновой смеси, как псевдооживленной пузырьковой среды, в которой пузырьки – пространство между зёрнами, твёрдые частицы – сами зёрна. Для подтверждения адекватности разработанных теоретических положений определена методика и проведены экспериментальные исследования. Установлены зависимости составляющих скоростей потока зерновой смеси гречки от конструктивно-кинематических параметров решета, свойств среды. Результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические исследования с расхождением до 3%, что позволило уточнить диапазоны варьирования составляющих скоростей зерновых смесей гречки на плоских виброрешетах.

**плоское наклоненное виброрешето, процесс просеивания, составляющие скорости движения, отверстие, зерновая смесь, гречка**

**Постановка проблеми.** Ефективність післязбиральної обробки зерна, підготовки насінневого матеріалу напряму залежить від ефективності зерно- та насіннеочисних сепараторів. Визначальними в технологічних процесах цих машин є процеси просіювання (ПП). Але ефективність розділення зернових сумішей (ЗС) окремих культур, наприклад, гречки, внаслідок її складної форми, низька та не задовольняє вимоги сучасного виробництва. Вихідна відмінність форми насіння гречки та трикутних отворів решіт, які є базовими та рекомендуються для очистки та калібрування, викликає зниження просіювання ЗС у порівнянні з насінням інших с.г. культур. Серед існуючих способів підвищення ефективності розділення ЗС слід виділити використання інтенсифікаторів різних типів [1, 2], які сприяють збільшенню сегрегації – перерозподілу частинок у шарі ЗС. Встановлення інтенсифікаторів на решеті не потребує змін габаритів та кінематичних параметрів, що дозволяє їх використовувати як на вітчизняних сепараторах (ОВС, КБС, БСХ, ЛУЧ, БЦС та ін.), так і закордонних (Buhler, Cimbria, Marot, Petkus та ін.). Однак даний спосіб визначає лише перерозподіл частинок у шарі ЗС, але не змінює ефективність їх просіювання через отвори, що є окремим процесом.

Перспективним напрямом підвищення ефективності просіювання ЗС через отвори є використання решіт з активаторами [3]. Активатори виконані у вигляді отворів: епіциклоїдних з трьома та п'ятьма пелюстками, та рифлів. Відповідно, решета з розробленими трипелюстковими епіциклоїдними активаторами (ТЕА) пропонуються для розділення ЗС гречки, замість базових решіт з трикутними отворами.

Визначення раціональних параметрів ПП ЗС на розроблених решетах дозволить підвищити продуктивність зерноочисних машин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для моделювання динаміки частинок ЗС по решетам з такими активаторами розроблено математичні моделі, в яких використано гідродинамічну аналогію [4]. Такі аналогії показали свою адекватність при моделюванні різних динамічних процесів: сегрегації [5]; очищені запиленого повітряного потоку [6]; пневмосепаруванні зернових сумішей [7]. Рух ЗС, яка знаходиться під дією вібрації, прийнято аналогічно з бульбашковим псевдозрідженим середовищем (БПС). Таке середовище окрім частинок твердої фази (насінини) ураховує простір між ними – пори. Для чисельного прорахунку розроблених моделей у розрізі ефективності просіювання ЗС певної культури потрібно підставити в моделі задані властивості та умови. Це дозволить отримати теоретичні залежності складових швидкостей, які в свою чергу потребують експериментального підтвердження та уточнення.

Динаміка БПС по нахиленому виброрешету моделюється як рух в'язкої нестисливої рідини, швидкість якої задовольняє нелінійним рівнянням Нав'є – Стокса [8]. При цьому виброрешето розглядається як періодична структура з періодом, що визначається розташуванням отворів.

Розв'язок нелінійних рівнянь Нав'є-Стокса, який задовольняє крайові умови, побудовано методом послідовних наближень. Для крайової задачі у першому наближенні рішення будується за допомогою перетворення Лапласа за часом. В результаті отримані парні суматорні рівняння, які методом задачі Рімана-Гільберта зведено до нескінченної системи лінійних алгебраїчних рівнянь другого роду відносно коефіцієнтів розкладання у ряди Фур'є компонент поля швидкості.

Рівняння другого наближення, після усереднення за часом, зведено до неоднорідного рівняння Пуассона. Це рівняння руху шару БПС під дією зовнішніх об'ємних сил – середньої за часом об'ємної сили, яка визначається з розв'язку рівняння першого наближення. Це рішення описує поле швидкості стаціонарних потоків, які виникають у шарі БПС.

Однак данні роботи з теоретичними дослідженнями є узагальнюючими. Для підтвердження їх адекватності потрібно провести чисельний розрахунок при конкретних властивостях ЗС та параметрів решіт.

**Постановка завдання.** Мета роботи - встановлення залежностей швидкості зернової суміші гречки при її просіюванні через отвори на плоскому віброрешеті за рахунок чисельного прорахунку розроблених моделей, експериментальна перевірка їх адекватності.

**Виклад основного матеріалу.** Моделювання БПС на плоских віброрешетах проведено у тривимірному вигляді, для чого складено крайові умови [9], обґрунтовано використання аналогії гідродинамічних властивостей псевдозрідженої рідини, зокрема в'язкості [10]. Прийняті припущення та складено схему (рис.1). Для моделювання руху ЗС гречки по плоскому віброрешету введена декартова система координат  $x_1, x_2, x_3$ . При цьому площина  $x_1 x_2$  співпадає з площиною віброрешета, а вісь  $x_3$  направлена вгору перпендикулярно цій площі. Віброрешето (вісь  $x_1$ ) утворює кут  $\theta$  з горизонтальною площиною. Решето складається з базових комірок розмірами  $l_1$  і  $l_2$ , які містять отвори площею  $S_p$ .

Поверхня віброрешета розглядається як двовимірний періодична структура з періодами  $l_1, l_2$  уздовж осей  $x_1, x_2$ , відповідно (рис. 1). Базовою коміркою такої структури є прямокутник  $-l_1/2 \leq x_1 \leq l_1/2$  та  $-l_2/2 \leq x_2 \leq l_2/2$ , на якому розташовано  $N$  отворів  $S_{p1}, S_{p2}, \dots, S_{pN}$ . Періодична структура (віброрешето) утворюється трансляцією базової комірки вздовж вісей  $x_1$  і  $x_2$ , відповідно, на  $nl_1$  і  $nl_2$ , де  $n$  – довільне ціле число. Віброрешето здійснює вздовж вісі  $x_1$  гармонійні коливання з амплітудою  $A$  і круговою частотою  $\omega$ , по якому рухається шар ЗС товщиною  $h$ .

В результаті досліджень [11, 12] отримано узагальнену (таку що можна використати для всіх ЗС) математичну модель динаміки ЗС, що просіюється через отвори віброрешіт, яка має:

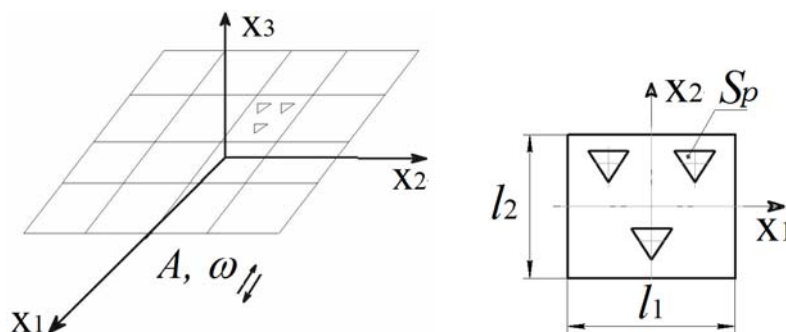


Рисунок 1 – Схеми структурного віброрешета і його базової комірки

– надлишковий тиск:

$$P = \rho g \cos \theta (h - x_3) - \frac{2V_0 \rho v}{l_1 l_2} \left[ \sum_{n \neq 0} \frac{B_{0n} \operatorname{sh}(\gamma_{0n} (h - x_3))}{A_{0n}} e^{\frac{i2\pi n}{l_1} x_1} + \sum_{m \neq 0} \frac{B_{m0} \operatorname{sh}(\gamma_{m0} (h - x_3))}{A_{m0}} e^{\frac{i2\pi m}{l_2} x_2} + \sum_{n \neq 0} \sum_{m \neq 0} \frac{B_{mn} \operatorname{sh}(\gamma_{mn} (h - x_3))}{A_{mn}} e^{i2\pi \left( \frac{n}{l_1} x_1 + \frac{m}{l_2} x_2 \right)} \right]; \quad (1)$$

– компоненти поля швидкості  $\vec{V} = V_1 \vec{e}_1 + V_2 \vec{e}_2 + V_3 \vec{e}_3$ :

$$V_1 = \frac{g \sin \theta}{2v} \left[ h^2 - (h - x_3)^2 \right] + A \omega \operatorname{Re} \left[ \frac{\operatorname{ch}(\sqrt{i\omega/v}(h - x_3))}{\operatorname{ch}(\sqrt{i\omega/v}h)} e^{i\omega t} \right] - \frac{i8\pi V_0 (h - x_3)}{l_1^2 l_2} \sum_{n \neq 0} \sum_{m \neq 0} \frac{n B_{mn} \operatorname{ch}(\gamma_{mn} (h - x_3))}{A_{mn}} e^{i2\pi \left( \frac{n}{l_1} x_1 + \frac{m}{l_2} x_2 \right)}, \quad (2)$$

$$V_2 = -\frac{i8\pi V_0 (h - x_3)}{l_1 l_2^2} \sum_{n \neq 0} \sum_{m \neq 0} \frac{m B_{mn} \operatorname{ch}(\gamma_{mn} (h - x_3))}{A_{mn}} e^{i2\pi \left( \frac{n}{l_1} x_1 + \frac{m}{l_2} x_2 \right)}, \quad (3)$$

$$V_3 = -\frac{V_0}{l_1 l_2} \sum_n \sum_m \frac{B_{mn} \left[ (h - x_3) \gamma_{mn} \operatorname{sh}(\gamma_{mn} (h - x_3)) - \operatorname{ch}(\gamma_{mn} (h - x_3)) \right]}{A_{mn}} e^{i2\pi \left( \frac{n}{l_1} x_1 + \frac{m}{l_2} x_2 \right)}, \quad (4)$$

де  $A_{mn} = h \gamma_{mn} \operatorname{sh}(\gamma_{mn} h) - \operatorname{ch}(\gamma_{mn} h)$ ;

$\gamma_{mn} = 2\pi \sqrt{\left( \frac{n}{l_1} \right)^2 + \left( \frac{m}{l_2} \right)^2}$ ;

$V_0$  – середня швидкість проходження БПС через отвори решіт;

$\rho$  – усереднена щільність БПС;

$\vec{g}$  – прискорення вільного падіння;

$v$  – усереднений ефективний коефіцієнт кінематичної в'язкості БПС;

$\operatorname{sh}(\dots)$ ,  $\operatorname{ch}(\dots)$  – гіперболічний синус, косинус, відповідно.

З (1)...(4) видно, що функціональна залежність від зміни  $x_1$  і  $x_2$  надлишкового тиску і компонент поля швидкості визначається коефіцієнтами  $B_{mn}$ , які в свою чергу залежать від взаємного розташування та геометричних параметрів отворів віброрешета. Ці коефіцієнти визначаються за рівнянням:

$$B_{mn} = \sum_{P=1}^N \iint_{S_P} e^{-i2\pi \left( \frac{n}{l_1} x_1 + \frac{m}{l_2} x_2 \right)} dx_1 dx_2, \quad (5)$$

в якому підсумовування проводиться за всіма отворами, розташованими на базовій комірці решета  $[-l_1/2, l_1/2] \times [-l_2/2, l_2/2]$ , або:

$$B_{mn} = \sum_{P=1}^N I_{mn}^P, \quad (6)$$

$$\text{де } I_{mn}^P = -\frac{i2\pi e^{-i2\pi \left( \frac{n}{l_1} x_{10}^P + \frac{m}{l_2} x_{20}^P \right)}}{\gamma_{mn}} \int_0^{L_P} e^{-i2\pi \left( \frac{n}{l_1} x_1^P(s) + \frac{m}{l_2} x_2^P(s) \right)} \times \left( \frac{m}{l_2} \cos F(s) - \frac{n}{l_1} \sin F(s) \right) ds.$$

Введено функції, які параметризують контур  $C_P$  отвору  $S_P$ . Функціональна залежність радіуса кривизни  $R$  контуру  $C_P$  від довжини дуги  $S^*$  (відраховується від точки контуру з координатами  $x_{10}^P, x_{20}^P$ ) має вигляд:

$$R^{-1} = f(S^*), \quad 0 \leq S^* \leq L_p, \quad (7)$$

де  $L_p$  – довжина контуру  $C_p$ .

Тоді функції, які параметризують контур  $C_p$  мають вигляд:

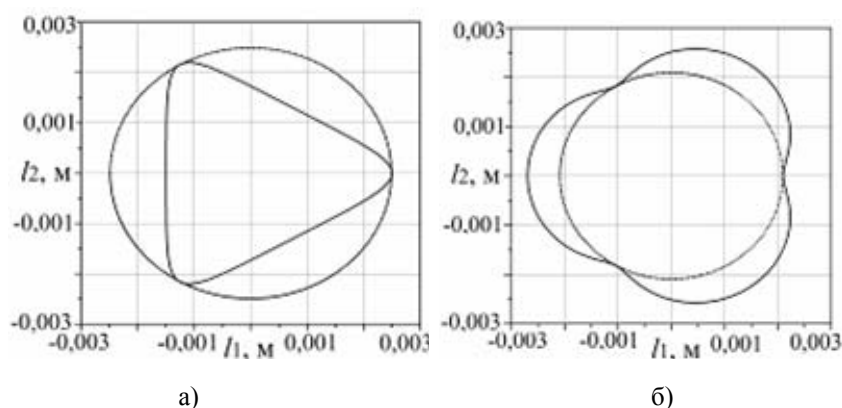
$$x_1^P = \int_0^{S^*} \cos F(S^*) dS^*, \quad x_2^P = \int_0^{S^*} \sin F(S^*) dS^*, \quad (8)$$

де  $F(S^*)$  виражається через  $f(S^*)$  за рівнянням:

$$F(S^*) = \int_0^{S^*} f(S^*) dS^*. \quad (9)$$

З урахуванням виразів (6)...(9) приймаємо рівняння, які характеризують геометрію отворів віброрешіт, що досліджуються, та отримуємо їх наступні форми (рис.2):

епіциклоїди (ТЕА)  $x_1 = R_0(k+1)\cos(kt) - h_e \cos(kt+t)$ ,  
гіпотрохоїди (трикутника)  
 $x_2 = R_0(k+1)\sin(kt) - h_e \sin(kt+t)$ ;  
 $x_1 = R_0(1-k)\cos(kt) - h_e \cos(t-kt)$ ,  $x_2 = R_0(1-k)\sin(kt) - h_e \sin(t-kt)$ ; де  $k = r_e/R_0$ ,  
 $h_e = 2r_e/\pi$ ;  $R_0$  – радіус нерухомого кола;  $r_e$  – радіус кола, що обертається.



а) – трикутних ( $R_0=0,0025$  м;  $k=3$ ); б) – з ТЕА ( $R_0=0,0018$  м;  $k=3$ )

Рисунок 2 – Геометрія отворів віброрешіт

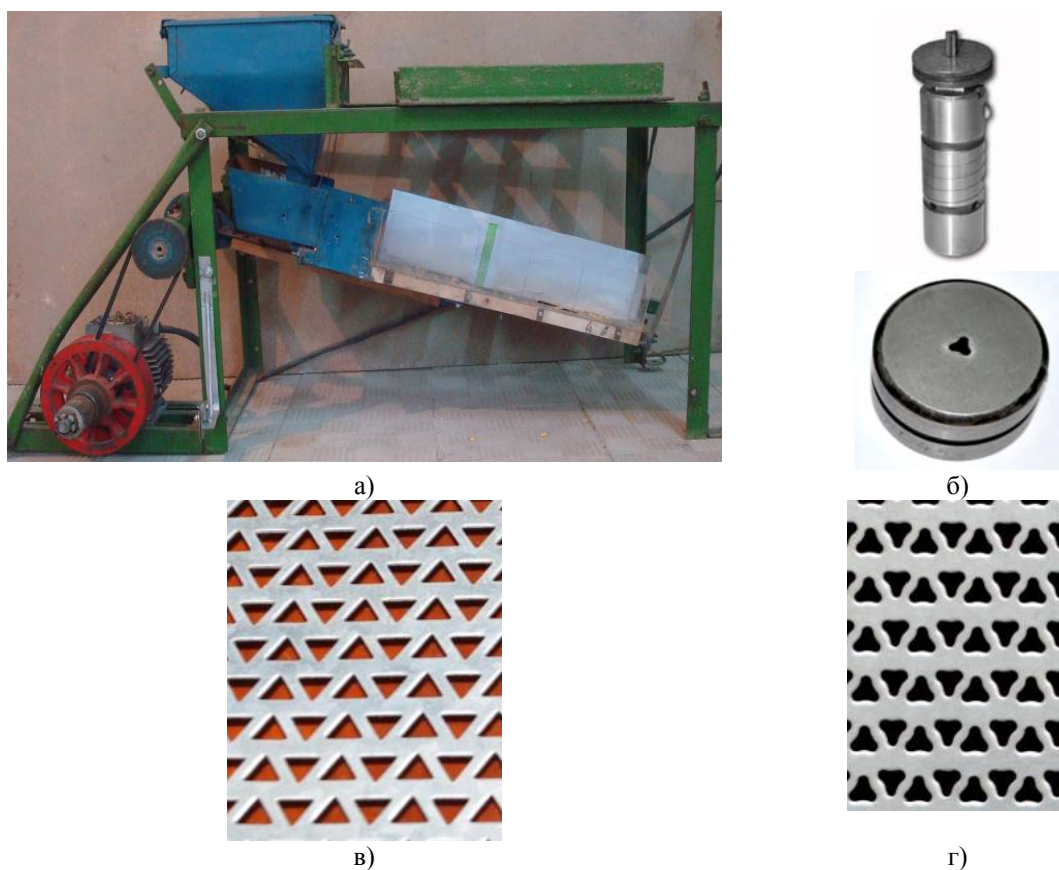
При моделюванні ПП ЗС гречки досліджували решета з отворами у вигляді рівностороннього трикутника – базовий варіант. Для введення даної геометрії в моделі використано рівняння гіпотрохоїди з параметрами  $R_0=0,0025$  м;  $k=3$  (рис.2,а). Інтенсифікація ПП ЗС гречки відбувається за рахунок використання решіт з ТЕА. Для цього прийнято рівняння епіциклоїди з радіусом  $R_0=0,0018$  м і кількості пелюсток  $k=3$  (рис.2,б).

Таким чином, вперше, створення базової комірки, її трансляція (рис.1) та введення параметрів самого отвору (7) - (9) складають модульний принцип математичного моделювання динамічних процесів при просіюванні ЗС на плоских віброрешетах.

В результаті моделювання отримані поля швидкості БПС ( $V_1, V_2, V_3$ ) на серійних та розроблених решетах з активаторами для базових кінематичних режимів і характерних завантажень (рис.5, 6). Побудована тривимірна гідродинамічна модель дозволяє визначати поле швидкості БПС на нахиленому плоскому решеті, що здійснює гармонічні коливання у своїй площині. Встановлено, що компоненти швидкості БПС є періодичними функціями просторових змінних у площині структурного віброрешета, а

їх величини визначаються коефіцієнтами, які залежать від взаємного розташування і геометричних параметрів отворів віброрешета. Отримано діапазони складових швидкості БПС на віброрешетах з базовими (трикутними) отворами і розроблених з активаторами (ТЕА).

Експериментальні дослідження динаміки ЗС проведені на лабораторному плоскорешітному сепараторі (рис.3, а) в лабораторії зерноочисних машин Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Експерименти проводили на ЗС гречки при їх просіюванні на серійних решетах з трикутними отворами і розроблених з ТЕА.



а) - загальний вигляд лабораторного сепаратора; б) -матриця та пуансон активаторів ТЕА; в)– решета з базовими трикутними отворами; г) – решета з розробленими активаторами ТЕА

Рисунок 3 – Обладнання для експериментальних досліджень процесу просіювання зернових сумішей

Автором роботи спільно з академіком Тіщенко Л.М. була розроблена серія решіт з активаторами. Розроблені решета для гречки за рахунок використання активаторів інтенсифікують просіювання ЗС через отвори, підвищуючи продуктивність зерноочисних машин. Ефективність розроблених решіт з п'ятипелюстковими епіциклоїдними активаторами доведена експериментально при дослідженнях просіювання ЗС гороху [13]. При цьому доведена адекватність математичних моделей динаміки ЗС, які базуються на аналогії її руху з БПС. Однак є необхідність апробації розробленого математичного моделювання на розділенні інших с.г. культур, наприклад, гречки.

Виготовлені пуансони і матриці (рис.3,б) для серійного виробництва нових решіт з ТЕА (рис.3,г) на гідравлічному револьверному пробивному пресі «FINN-POWER» серії С5.

Для експериментальних досліджень ПП використано ЗС гречки: сорт «Слобожанка» 1 репродукції; вага 1000 зерен – 28,6 г, натура зерна – 630 г/л, щільність зерен 660 кг/м<sup>3</sup>, вологість 13,1%. Для зважування лотків і дозатору, а також їх вмісту, використовували ваги типу ВЛКТ-5, похибка яких складає ±200мг.

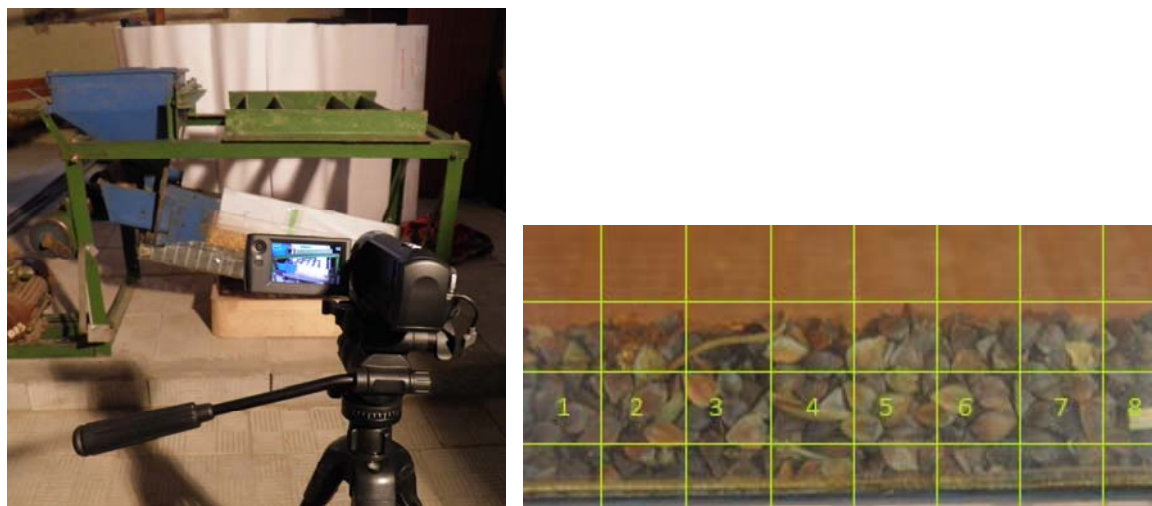
Дослідження поля швидкості ЗС проводили за наступною методикою. Обробку відеознімання процесу вели, відслідковуючи шлях частинок ЗС через прозоре оглядове вікно експериментальної установки (рис.4,а) відносно координатної сітки (рис.4,б).

Відстань, яку проходять пофарбовані частинки ЗС, і їх швидкості ставали відомими в результаті визначення їх координат на кадрах відеознімання (рис. 4,б) і частоти зміни кадрів в одиницю часу. Для введення пофарбованих частинок ЗС на початковій ділянці решіт використовували спеціальні розроблені пристрої.

Вимірюючи відстань  $L_{ч}$ , яку пройшла частинка ЗС за відрізок часу  $t$ , визначали швидкість її руху:

$$v_{\text{част}} = L_{ч} / t, \quad t = t_{\text{кадр}} \cdot k_k, \quad (10)$$

де  $k_k$  – кількість кадрів, що відповідає переміщенню частинки на відстань  $L_{ч}$ ;  
 $t_{\text{кадр}}$  – час одного кадру з урахуванням частоти їх зміни в секунду.



а) – відеознімання процесу; б) – фотографічне зображення для обробки

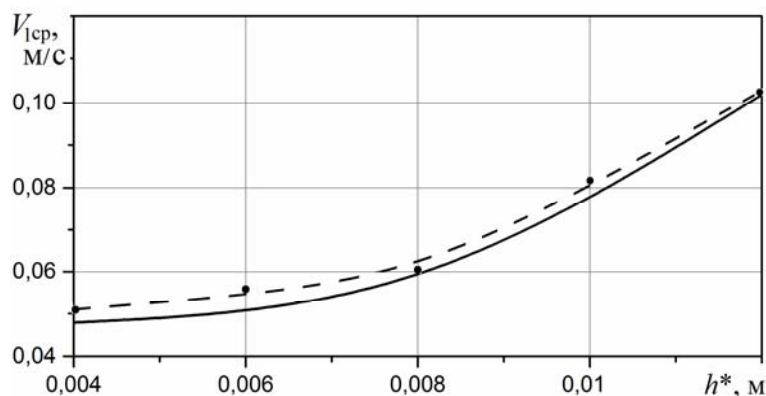
Рисунок 4 – Експериментальне дослідження динаміки зернових сумішей

Динамічні характеристики частинок ЗС характеризували повздовжньою та вертикальною складовими ( $V_1$ ,  $V_3$ ) їх швидкості, що прийняті як відношення проекції відповідних траєкторій частинок ЗС до часу руху.

В результаті експериментальних досліджень отримано поле швидкості ЗС гречки на віброрешетах з різними отворами (рис. 5, 6), на яке було накладені складові швидкості ЗС, отримані теоретично розв'язками рівнянь (1) - (9).

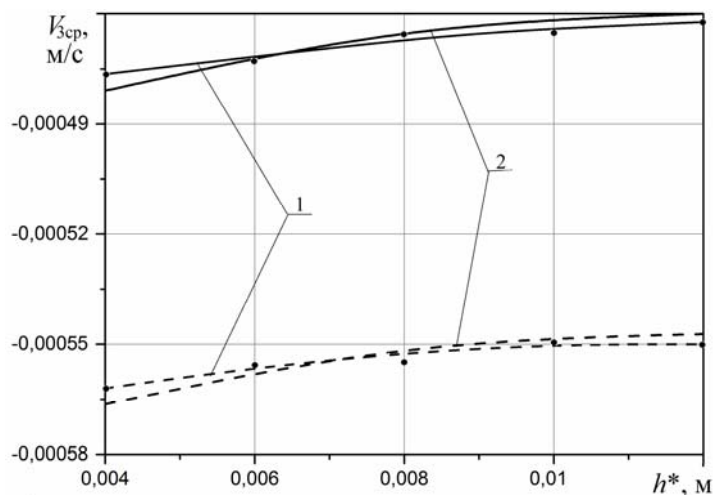
Аналізом експериментальних залежностей швидкості встановлено підвищення вертикальної складової швидкості ЗС за рахунок використання розроблених решіт з активаторами ТЕА (рис. 6). Це свідчить про інтенсивний рух частинок в шарі ЗС в бік отворів, а значить, про їх просіювання.

Використання решіт з активаторами дозволило підвищити вертикальні складові швидкості ЗС, а відповідно і їх просіювання: з ТЕА – на 15,5...19%, у порівнянні з решетами з трикутними отворами. Зміна кінематичних параметрів паспортних режимів роботи сепараторів несуттєво впливає на динамічні характеристики БПС (відхилення складає до 2%).



— теоретичні дослідження; - - - експериментальні;  
 $(A=0,0075 \text{ м}; \omega=48,12 \text{ рад/с}; l_1=l_2=0,006 \text{ м}; \delta_{\text{II}}=0,42; \rho=660 \text{ кг/м}^3; \delta_p=0,58; k_f=0,95;$   
 $a=0,0018 \text{ м}; \theta=8^\circ; L=1 \text{ м}; H=1 \text{ м}; R_0=0,0018 \text{ м}; k=3)$

Рисунок 5 – Залежності повздовжніх складових швидкості ЗС гречки за середньою товщиною шару на розроблених решетах з ТЕА



— серійні решета з трикутними отворами; - - - розроблені з ТЕА; 1 – експериментальні дослідження; 2 – теоретичні  $(A=0,0075 \text{ м}; \omega=48,12 \text{ рад/с}; l_1=l_2=0,006 \text{ м}; \delta_{\text{II}}=0,42; \rho=660 \text{ кг/м}^3;$   
 $\delta_p=0,58; k_f=0,95; a=0,0018 \text{ м}; \theta=8^\circ; L=1 \text{ м}; H=1 \text{ м}; k=3)$

Рисунок 6 – Залежності вертикальних складових швидкості ЗС гречки за товщиною шару

Отримане поле швидкості ЗС гречки на решетах з базовими отворами та з активаторами просіювання, узгоджуються з результатами теоретичних досліджень з відхиленням до 3%.

**Висновки.** За допомогою експериментальних досліджень: перевірено та підтверджено прийнятту гіпотезу щодо використання при моделюванні аналогії руху ЗС з бульбашковим псевдозрідженим середовищем; підтверджено підвищення ефективності просіювання ЗС гречки за рахунок використання активаторів трипелюсткового епіциклоїдного типу; уточнено діапазони варіювання поля швидкості ЗС гречки, необхідного для подальших вдосконалень робочих органів зерноочисних машин.

## Список літератури

1. Тищенко, Л.Н. Виброрешетная сепарация зерновых смесей [Текст] / Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский. – Харьков: «Міськдрук», 2011. – 280 с.

2. Тищенко, Л. Н. Моделирование процессов зерновых сепараторов [Текст] : монография / Л.Н. Тищенко, Д.И. Мазоренко, М.В. Пивень [та ін.]. – Харьков: «Міськдрук», 2010. – 360 с.
3. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія [Текст] /Л.М. Тищенко, С.І. Корнієнко, С.О. Харченко [та ін.]: за ред. Л.М. Тищенка / Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – 273 с.
4. Тищенко, Л. К применению методов механики сплошных сред для описания движения зерновых смесей на виборешетах [Текст] / Л. Тищенко, С. Харченко // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – Lublin-Rzeszow. – 2013. – Vol. 15, Issue 7. – P. 94 – 99.
5. Исследования послонного движения зерновых смесей на плоских вибрационных решетках [Текст] / Л.Н. Тищенко, А.В. Миняйло, М.В. Пивень, С.А. Харченко // Механізація с.г. виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – Вип. 59. – С. 69 – 76
6. Тищенко, Л. Н. Использование гидродинамической аналогии с применением уравнений Навье-Стокса для решения задач очистки воздушного потока в пылеосадачных камерах зерноочистительных сепараторов [Текст] / Л.Н. Тищенко, С.А. Харченко, Ф.М. Харченко // Інженерія природокористування. – 2014. – № 1. – С. 56 – 64.
7. Харченко, С.А. Моделирование динамики псевдооживленной зерновой смеси по наклонной чешуйчатой поверхности пневмосепарирующих устройств [Текст] / Харченко С.А., Борщ Ю.П. //Вестник БГАТУ: МНПК «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. – 2014. – С. 239 – 251.
8. Харченко, С.А. К построению уравнений динамики стационарных потоков в псевдооживленном зерновом слое на структурных виборешетах [Текст] / С.А. Харченко // Механізація с.г. виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Харків: ХНТУСГ, 2014. - Вип.148. – С.181 – 186.
9. Харченко, С.А. К построению уравнений динамики стационарных потоков в псевдооживленном зерновом слое на структурных виборешетах [Текст] / С.А. Харченко // Механізація с.г. виробництва: Вісник ХНТУСГ. – Харків: ХНТУСГ, 2014. - Вип.148. – С.181 – 186.
10. Харченко, С.А. Алгоритм расчета эффективного коэффициента динамической вязкости пузырьковой псевдожидкости, моделирующей сепарируемую зерновую смесь [Текст] / С.А. Харченко, Л.Н. Тищенко // Вібрації в техніці та технологіях, 2013. – №2 (70). – С.64 – 72.
11. Харченко, С.А. К построению трехмерной гидродинамической модели динамики пузырьковой псевдооживленной зерновой смеси по структурному виборешету // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2014. – Вип.14, т.2. – С. 80 – 85.
12. Харченко, С.А. Уточнение уравнений динамики пузырьковой псевдооживленной зерновой смеси по структурному виборешету [Текст] / С.А. Харченко, Л.Н. Тищенко // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця: ВНАУ, 2014. - №1 (73). – С. 50 – 53.
13. Идентификация скорости прохождения частиц зерновой смеси через отверстия решет вибрационных зерновых сепараторов [Текст] / Л.Н. Тищенко, С.А. Харченко, Ф.М. Харченко [та ін.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Харків, 2016. – № 2/7(80). – С.63 – 70.

**Sergey Kharchenko, Vasily Olshansky, Farida Kharchenko, Vadym Bredykhin**

*Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture*

### **Definition of Dynamics of Grain Mixture of Buckwheat at ITS Sifting Through Openings of Flat Vibrosieves**

The purpose of the work is to determine the dependences of the speed of grain mixture of buckwheat when it is dressed through the holes of a flat vibrating sieve due to the numerical miscalculation of the developed models, an experimental verification of their adequacy.

The result of the developed mathematical models of dynamics of grain mixes, received regularities of change of their components of speed when sifting on vibrosieves with activators. Modeling is carried out using analogy of the movement of grain mix, as fluidized vesiculate environment, in which bubbles – space between grains, solid particles – grains themselves. For affirming of adequacy, the developed theoretical positions the procedure is determined and experimental studies are carried out. Dependences of components of speeds of stream of grain mixture of buckwheat on constructive and kinematic parameters of sieve, properties of the environment are established.

The results of experimental researches confirmed theoretical researches with divergence to 3%, which allowed specifying the ranges of varying of making speeds of grain mixtures of buckwheat on flat vibrosieves.

**flat inclined vibrosieve, process sifting, making the rates of movement, opening, grain mixture, buckwheat**

Одержано 06.11.17