

**Півень М.В.**

к.т.н., доцент

*Харківський національний  
технічний університет  
сільського господарства  
імені Петра Василенка***Mykhailo P.***Petro Vasylenko Kharkiv  
National Technical  
University of Agriculture***УДК 621.928.13****ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ  
ВЕЛИЧИНИ ПОДАЧІ НА ПРОЦЕС  
ЗАВАНТАЖЕННЯ  
ВІБРОРЕШЕТА**

*Ефективність сепарування зернових сумішей значною мірою визначається завантаженням решета. Наявність ділянок перевантаження чи недовантаження приводить до зменшення якості та продуктивності процесу сепарування.*

*У статті представлені результати досліджень впливу величини початкової подачі суміші на процес розподілу питомого завантаження на робочій поверхні похилого плаского вібраційного решета. Для дослідження процесу завантаження застосована математична модель просторового руху сипкої суміші на віброрешеті скінченної ширини. Складені граничні умови на поверхнях, що обмежують об'єм сипкої суміші. Вплив просіювання суміші на процес завантаження не враховувався.*

*Досліджені закономірності змінювання питомого завантаження по довжині та ширині решета. Встановлено, що зміна величини початкового питомого завантаження суттєво впливає на взаємне розташування ділянок перевантаження та недовантаження робочої поверхні, їх площу та кількість.*

**Ключові слова:** *вібраційне решето, подача сипкої суміші, питоме завантаження поверхні.*

**Постановка проблеми.** Для створення оптимальних умов процесу сепарування на віброрешетах, необхідно забезпечити рівномірне завантаження робочої поверхні. Наявність ділянок недовантаження призводить до зменшення заповнення решета сумішшю, а отже до зменшення ступеню використання площі робочої поверхні. Наявність ділянок перевантаження призводить до зростання товщини шару і ущільнення суміші, що ускладнює просування частинок крізь пори до поверхні решета, а також западання їх в отвори, внаслідок неможливості повертання біля кромки. В обох випадках відбувається зменшення просіювальної здатності решета і зниження ефективності процесу сепарування.

Існуючі зерноочисні машини не забезпечують рівномірної подачі оброблюваного матеріалу на робочі органи внаслідок конструктивних і виробничих факторів. Виробничими випробуваннями [1] встановлено, що із всієї ширини віброрешета на центральну ділянку, яка складає 30% усієї ширини, потрапляє 70% оброблюваного матеріалу. На крайні ділянки решета, які складають 50% усієї ширини, потрапляє 10% зернової суміші. Максимальна подача по ширині не співпадає з серединою робочого

органу, а найбільше відхилення від середнього значення подачі по ширині досягає 20%. Зростаюча продуктивність сучасних зернових сепараторів передбачає збільшення завантаження, а отже, дослідження його розподілу по поверхні віброрешета є актуальною задачею.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Процес подачі матеріалу в зерноочисні машини досліджено у роботах Р.З. Кацевої [2, 3]. Аналіз конструкцій стрічкових, вібраційних, тарільчатих, шнекових, барабанних та гравітаційних живильників показав, що вони не забезпечують рівномірного завантаження матеріалу через імовірнісний характер процесу подачі. Це пояснюється випадковістю величин фізико-механічних властивостей суміші таких, як гранулометрія, питома вага, вологість, засміченість, коефіцієнт тертя та інші. Нерівномірність подачі обумовлюється і конструкцією машин: розташуванням зернопроводу, формою бункера і ступенем його заповнення, наявністю зернозливів та розподільників оброблюваного матеріалу, а також обладнанням, що передуює процесу сепарування. Експериментально встановлені залежності впливу початкового завантаження і властивостей зернової суміші



на розподіл матеріалу по ширині на вході решета. Розподіл зернової суміші по всій площі решета не досліджувався.

Процес завантаження характеризується наступними показниками: початкове питома завантаження – кількість матеріалу, що подається на вході решета за одиницю часу, на одиницю ширини; місцеве питома завантаження – кількість матеріалу, що надходить на робочу поверхню решета в деякому поперечному перетині в одиницю часу, на одиницю ширини. В роботі [4] досліджено вплив місцевого питомого завантаження на процес просіювання для різних ділянок довжини решета. Встановлено, що воно чинить різний вплив на просіювання в залежності від величини початкового питомого завантаження. Так зменшення місцевого питомого завантаження приводить до збільшення просіювання при великих початкових завантаженнях та зменшення при малих. Однак, в роботі не досліджувався розподіл місцевого питомого завантаження на решеті та не визначався вплив на нього величини початкового.

Величина початкового завантаження не тільки впливає на технологічний процес, але може змінювати кінематичні параметри вібромашини. Так у роботі Яновича В.П. [5] при дослідженні амплітудно-частотних характеристик віброконвеєра встановлено, що з підвищенням ступеня завантаженості робочого органу, значення амплітуди коливань зменшуються внаслідок зростання дисипативних сил оброблюваного середовища.

Величина місцевого питомого завантаження визначається поверхневою щільністю та швидкістю сипкої суміші на заданій ділянці решета. В.П. Ольшанський [6] досліджував закономірності змінювання швидкості потоку суміші по довжині решета при нерівномірній подачі. Встановлено, що при гармонічних пульсаціях подачі, довжина області нерівномірного руху зростає зі зменшенням частоти і збільшенням амплітуди коливань швидкості подачі суміші на решето. Але, в роботі не досліджено закономірності швидкості по ширині решета та не враховано зміну поверхневої щільності.

Для покращення процесу завантаження в роботах Дебердеев Д.Ф., [7],

Грабельковський Н.И. [8] запропоновано попереднє розшарування сипкого матеріалу перед надходженням на решето. Для цього перед решетами встановлювали підготовчі неперфоровані поверхні ступінчатої та гладкої форми. Застосування підготовчих поверхонь підвищило рівномірність розподілу матеріалу на вході решета. Для забезпечення просіювальної здатності решіт при зростаючій продуктивності сепараторів у роботі Цуркана О.В. [9] розроблено та обґрунтовані п'ятипелюсткові епіциклоїдні отвори. Але вплив подачі на процес завантаження робочої поверхні решета у роботах не досліджувався.

У роботі [10], присвяченій теорії сепарування зерна, досліджено процес завантаження решета. Розроблена математична модель просторового руху сипкої суміші по поверхні віброрешета скінченої ширини. Встановлені закономірності товщини шару, поверхневої щільності, поздовжньої та поперечної складових швидкості суміші та місцевого питомого завантаження на всій площі робочої поверхні. Вплив початкового питомого завантаження на розподіл суміші не досліджувався.

Таким чином, в дослідженні процесу завантаження залишилось не вирішеним питання впливу величини початкового питомого завантаження на вході решета на місцеве питома завантаження і його розподілення по поверхні решета.

**Формулювання мети досліджень.** Дослідження впливу величини початкового питомого завантаження на вході решета на розподілення місцевого питомого завантаження сипкої суміші по робочій поверхні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для дослідження процесу завантаження застосована математична модель просторового руху сипкої суміші на віброрешеті скінченої ширини [10]. Система рівнянь руху зведена до рівнянь планового потоку. Головною передумовою такого перетворення є незначні розміри товщини шару в порівнянні з лінійними розмірами в площині потоку, а зміна складових швидкості вздовж нормалі до решета дуже мала. Вплив просіювання суміші на процес завантаження не враховувався.

Система рівнянь планового руху потоку сипкої суміші на віброрешеті має вид [10]:

$$\frac{\partial}{\partial t} \gamma + u \frac{\partial}{\partial x} \gamma + v \frac{\partial}{\partial y} \gamma + \gamma \frac{\partial}{\partial x} u + \gamma \frac{\partial}{\partial y} v = 0, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} u + u \frac{\partial}{\partial x} u + v \frac{\partial}{\partial y} u + \frac{g \cos \theta}{2} \frac{\partial}{\partial x} h + \frac{hg \cos \theta}{2\gamma} \frac{\partial}{\partial x} \gamma - \frac{2\mu h}{\gamma} \frac{\partial^2}{\partial x^2} u - \frac{\mu h}{\gamma} \frac{\partial^2}{\partial y^2} u - \\ - \frac{2\mu}{\gamma} \frac{\partial}{\partial x} h \frac{\partial}{\partial x} u - \frac{\mu}{\gamma} \frac{\partial}{\partial y} h \frac{\partial}{\partial y} u - \frac{\mu}{\gamma} \frac{\partial}{\partial y} \left( h \frac{\partial}{\partial x} v \right) + \frac{C_s}{\gamma} u - g \sin \theta = 0, \end{aligned} \quad (2)$$



$$\frac{\partial}{\partial t} v + u \frac{\partial}{\partial x} v + v \frac{\partial}{\partial y} v + \frac{g \cos \theta}{2} \frac{\partial}{\partial y} h + \frac{hg \cos \theta}{2\gamma} \frac{\partial}{\partial y} \gamma - \frac{\mu h}{\gamma} \frac{\partial^2}{\partial x^2} v - \frac{2\mu h}{\gamma} \frac{\partial^2}{\partial y^2} v - \frac{\mu}{\gamma} \frac{\partial}{\partial x} h \frac{\partial}{\partial x} v - \frac{2\mu}{\gamma} \frac{\partial}{\partial y} h \frac{\partial}{\partial y} v - \frac{\mu}{\gamma} \frac{\partial}{\partial x} \left( h \frac{\partial}{\partial y} u \right) + \frac{C_s}{\gamma} v = 0, \quad (3)$$

де  $x, y$  - поточне значення координати в декартовій системі;  $u, v$  - проекції швидкості частинки на осі декартової системи координат;  $\gamma$  - поверхнева щільність суміші;  $g$  - прискорення вільного падіння;  $\theta$  - кут нахилу решета;  $h$  - товщина шару, відлічена уздовж нормалі до дна лотка до вільної поверхні;  $t$  - час;  $\mu$  - динамічний коефіцієнт зсувної в'язкості;  $C_s$  - феноменологічний коефіцієнт, аналогічний коефіцієнту Шезі.

Три рівняння (1-3) містять чотири невідомі функції  $h, \gamma, u, v$ . Для замикання цієї системи рівнянь прийнята кінематична гранична умова на вільній поверхні шару [10]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} = 0. \quad (4)$$

Як видно з рівнянь динаміки тонкого шару, областю визначення невідомих функцій є  $\Sigma_0 = \{0 < x < l, -l_1/2 < y < l_1/2\}$ . Тут  $l$  - довжина решета,  $l_1$  - його ширина. Межа цієї області складається з ліній

$$\begin{aligned} L_1 &= \{0 < x < l, y = -l_1/2\} \\ L_2 &= \{0 < x < l, y = l_1/2\}, \\ L_3 &= \{x = 0, -l_1/2 < y < l_1/2\}, \\ L_4 &= \{x = l, -l_1/2 < y < l_1/2\}. \end{aligned}$$

На межі  $L_3$  задаються розподіли:

$$\begin{aligned} h(t, 0, y) &= H^0(t, y), & \gamma(t, 0, y) &= G^0(t, y), \\ u(t, 0, y) &= U^0(t, y), & v(t, 0, y) &= V^0(t, y). \end{aligned} \quad (5)$$

На лініях  $L_1, L_2$  виконуються умови:

$$v(t, x, -l_1/2) = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{C_s}{\mu} u \right|_{y=-l_1/2} = 0, \quad (6)$$

$$v(t, x, l_1/2) = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{C_s}{\mu} u \right|_{y=l_1/2} = 0. \quad (7)$$

Чисельне розв'язання рівнянь виконано скінченно-різницевою методом [11].

Початкові умови:

$$\begin{aligned} h(0, x, y) &= H^{(0)}(y) \exp(-\kappa x / l), \\ \gamma(0, x, y) &= G^{(0)}(y) \exp(-\kappa x / l), \\ u(0, x, y) &= U^{(0)}(y) \exp(-\kappa x / l), \\ v(0, x, y) &= V^{(0)}(y) \exp(-\kappa x / l), \end{aligned}$$

містять параметр  $\kappa$ , що визначає швидкість спадання відповідної величини зі змінюванням  $x$  (при  $\kappa = 0$  початкові дані не залежать від  $x$ ). В подальшому приймаємо величини  $H^{(0)}, G^{(0)}, U^{(0)}$  сталими, причому  $U^{(0)}$ ,

зв'яжемо з секундною об'ємною витратою  $Q$  співвідношенням  $Q = U^{(0)} l_1$ . Величина  $V^{(0)}$  визначає поперечну до осі лотка складову швидкості. Її значення оберемо у вигляді функціональної залежності

$$V^{(0)}(y) = V_0^0 \left[ \frac{64}{3} \left( \frac{y}{l_1} \right)^3 - \frac{16}{3} \frac{y}{l_1} \right]$$

При  $V_0^0 > 0$  потік прагне до звуження, а при  $V_0^0 < 0$  до розширення всередині лотка.

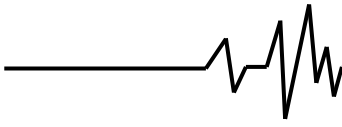
Питоме завантаження лотка  $q = q(x, y)$

$$\begin{aligned} q(x, y) &= \lim_{\Delta x \rightarrow 0, \Delta y \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta x \Delta y} \int_x^{x+\Delta x} \int_y^{y+\Delta y} \int_0^h \rho(x', y', z) u(x', y', z) dz dx' dy' = \\ &= \lim_{\Delta x \rightarrow 0, \Delta y \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta x \Delta y} \int_x^{x+\Delta x} \int_y^{y+\Delta y} \gamma(x', y') u(x', y', z) dx' dy' = \gamma(x, y) u(x, y). \end{aligned}$$

Таким чином,  $q(x, y) = \gamma(x, y) u(x, y)$ .

Для проведення чисельних розрахунків приймаємо наступні параметри процесу:

початкове питоме завантаження  $q=600-5000$  кг/год·дм; щільність сипкої суміші  $800$  кг/м<sup>3</sup>; поперечна до осі лотка складова швидкості



суміші  $V_0^0 = 0$  м/с; тиск, на поверхні шару суміші  $P_0 = 20$  кг/м·с<sup>2</sup>; довжина решета  $l = 0,5$  м; ширина решета  $l_1 = 0,2-1,2$  м; кут нахилу решета до горизонту  $\theta = 10$  град; емпіричний коефіцієнт  $K = 0$ ; коефіцієнт зсувної в'язкості  $\mu = 0,2$  кг/м·с, феноменологічний коефіцієнт, аналогічний коефіцієнту Шезі  $C_s = 10$  кг/м<sup>2</sup>·с [10].

Закономірності місцевого питомого завантаження поверхні віброрешета, отримані

за допомогою математичної моделі, представлені на рис.1-3. Враховуючи, що зернова суміш на вході решета має нерівномірний розподіл швидкості по ширині, а отже і нерівномірну початкову подачу, то досліджувався вплив середнього значення початкового питомого завантаження на розподіл місцевого. Розподіл швидкості на вході решета, у більшості випадків, має опуклий профіль по ширині, отже задамо залежність швидкості від ширини рівнянням  $u(y) = 0,5 - 8y^2$ .

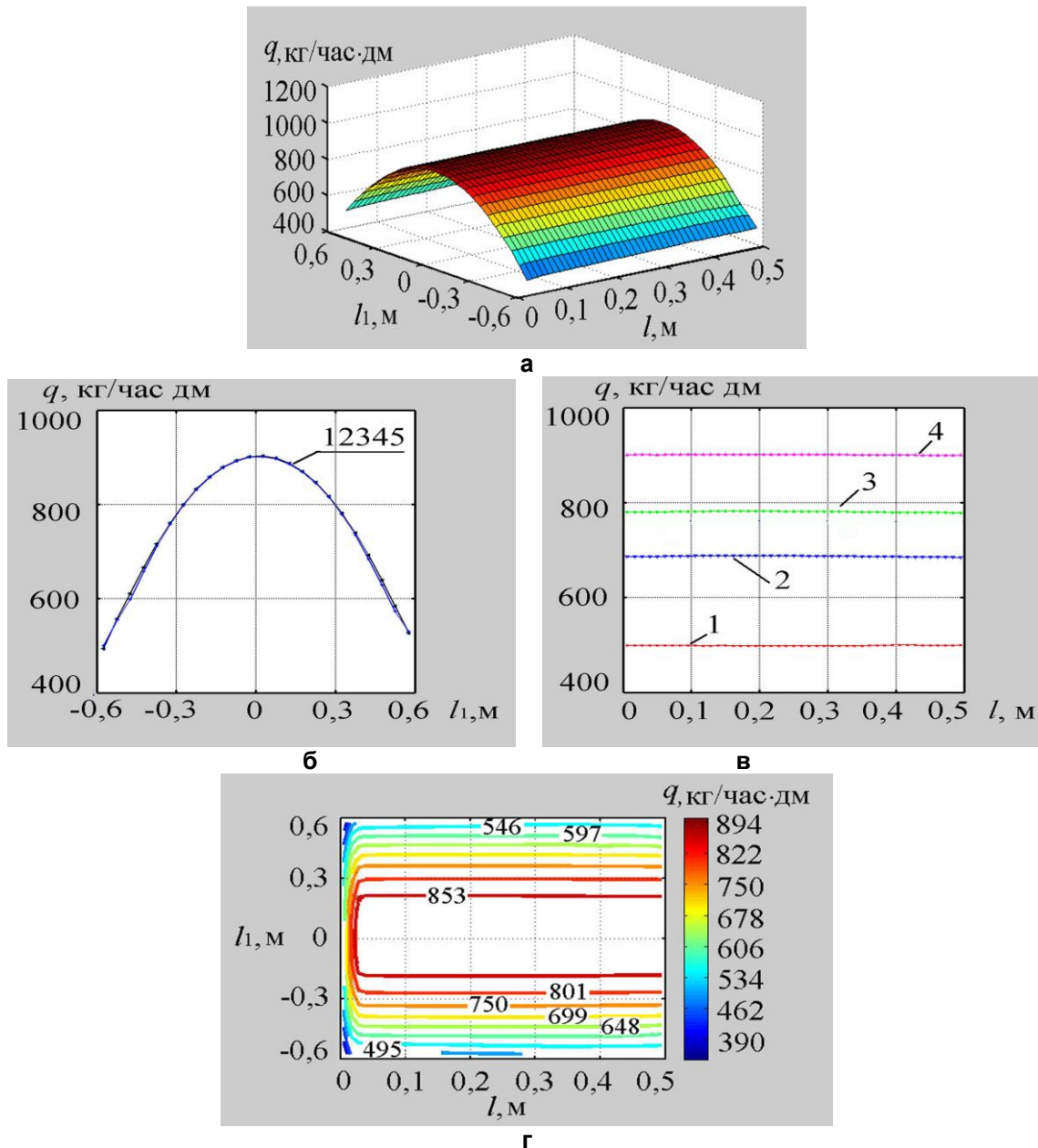
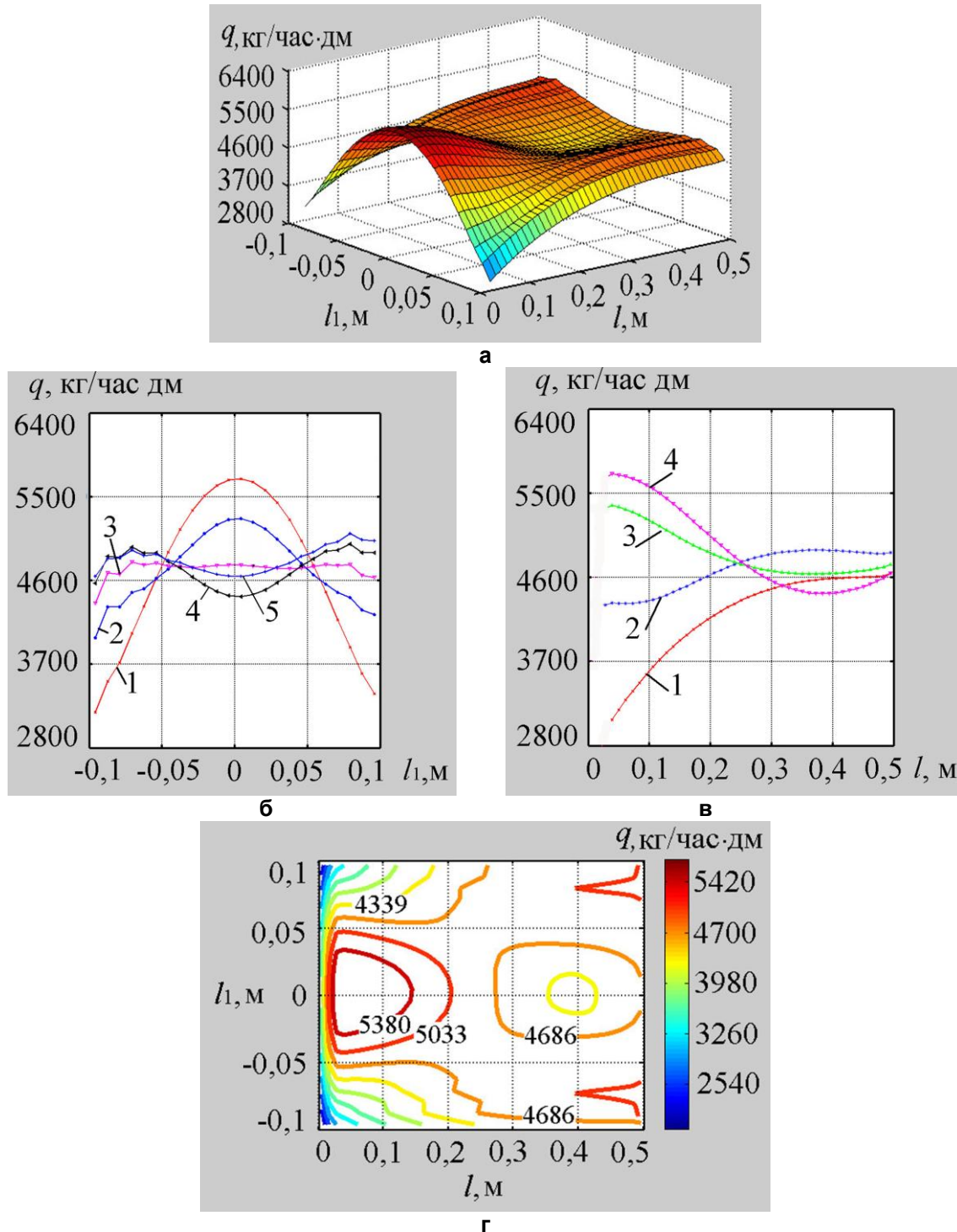


Рис. 1. Розподіл місцевого питомого завантаження на поверхні віброрешета при середньому значенні початкового питомого завантаження  $q_0 = 700$  кг/год·дм:  
 а) – залежність місцевого питомого завантаження від ширини і довжини решета  $q = f(l_1, l)$ ;  
 б) – поперечні перетини поверхні функції  $q = f(l_1, l)$ : 1 –  $l = 0,0$  м, 2 –  $l = 0,125$  м, 3 –  $l = 0,25$  м, 4 –  $l = 0,375$  м, 5 –  $l = 0,5$  м; в) – поздовжні перетини поверхні функції  $q = f(l_1, l)$ : 1 –  $l_1 = -0,6$  м, 2 –  $l_1 = -0,45$  м, 3 –  $l_1 = -0,3$  м, 4 –  $l_1 = 0,0$  м; г) – лінії рівня поверхні функції  $q = f(l_1, l)$



**Рис.3. Розподіл місцевого питомого завантаження на поверхні віброрешета при середньому значенні початкового питомого завантаження  $q_0=4800$  кг/год·дм:**

- а) – залежність місцевого питомого завантаження від ширини і довжини решета  $q=f(l_1, l_2)$ ;  
б) – поперечні перетини поверхні функції  $q=f(l_1, l_2)$ : 1 –  $l_2=0,0$  м, 2 –  $l_2=0,125$  м, 3 –  $l_2=0,25$  м, 4 –  $l_2=0,375$  м, 5 –  $l_2=0,5$  м; в) – поздовжні перетини поверхні функції  $q=f(l_1, l_2)$ : 1 –  $l_1=-0,1$  м, 2 –  $l_1=-0,075$  м, 3 –  $l_1=-0,03$  м, 4 –  $l_1=0,0$  м; г) – лінії рівня поверхні функції  $q=f(l_1, l_2)$

При малих значеннях початкового питомого завантаження місцеве питома завантаження змінюється тільки по ширині решета (рис.1, а, б, в), має опуклий параболічний профіль у відповідності з профілем початкової швидкості на вході.

Основна маса сипкої суміші зосереджена вздовж поздовжньої осі решета, що вказує на переваження центральної частини робочої поверхні та недозавантаження ділянок біля бокових стінок. Лінії рівня поверхні функції місцевого завантаження решета (рис.1, г)



вказують на взаємне розташування ділянок перевантаження або недовантаження і визначають їх частку в загальній площі решета. З рисунку видно, що лише мала частка площі робочої поверхні має завантаження, що за величиною відповідає середньому початковому завантаженню. Решта площі перевантажена та недовантажена у рівних частках. У розглянутому випадку лінії рівня паралельні боковим стінкам, що вказує на прямокутну форму ділянок завантаження решета. Таким чином, при малих за величиною початкових завантажень решето працює в умовах перевантажених та недовантажених ділянок робочої поверхні.

При середніх значеннях початкового питомого завантаження місцево змінюється як по ширині так і по довжині решета (рис. 2, а, б, в). У поперечному перетині, поверхня функції місцевого завантаження решета має опуклий параболічний профіль, але з довжиною опуклість зменшується. Біля вхідного перетину решета мають місце найбільші відхилення питомого завантаження, біля вихідного менші. Центральна частина решета вздовж поздовжньої осі перевантажена, вздовж бортів недовантажена, але відбувається вирівнювання завантаження по ширині по мірі просування суміші вздовж решета. В центральній частині місцево питоме завантаження зменшується з довжиною, а біля бортів – зростає (рис. 2, в). Ділянка перевантаження решета, яка окреслена лінією рівня  $q=2710$  кг/час·дм (рис. 2, г), має форму рівнобедреного трикутника, вершина якого направлена до вихідного перетину решета, що свідчить про зменшення площі цієї ділянки. Ділянки недовантаження решета, які окреслені лініями рівня  $q=1788$  кг/час·дм (рис. 2, г) та розташовані біля вхідного перетину з обох бортів, мають форму прямокутних трикутників, що також свідчить про зменшення площі цих ділянок. Решта площі решета має завантаження, що за величиною наближене до середнього початкового завантаження. Отже, збільшення величини початкового завантаження зменшує нерівномірний розподіл місцевого завантаження по площі робочої поверхні решета, а отже, збільшує ефективність його роботи.

При великих значеннях початкового завантаження характер розподілу місцевого по ширині на вході решета змінюється на протилежний на виході (рис. 3, а). Так, вхідний перетин поверхні функції місцевого завантаження решета має опуклий профіль по ширині, а вихідний – увігнутий. По мірі просування суміші від вхідного перетину вздовж поздовжньої осі розподіл місцевого завантаження вирівнюється біля середини

довжини решета (рис. 3, б, в). Далі, по мірі просування суміші до вихідного перетину, нерівномірність розподілу місцевого завантаження зростає, але найбільші відхилення мають місце біля вхідного перетину решета. Кількість ділянок перевантаження та недовантаження поверхні збільшилась (рис. 3, г), причому вони відокремлені одна від одної і розташовані як на початку решета так і в кінці. Площа таких ділянок на початку решета більша, а ближче до вихідного перетину менша, що свідчить про загальне зменшення нерівномірності розподілу місцевого завантаження з довжиною решета.

Таким чином, зміна величини початкового питомого завантаження суттєво впливає на взаємне розташування ділянок перевантаження та недовантаження робочої поверхні, їх площу та кількість. На вході решета завжди перевантажена центральна ділянка, а бокові недовантажені і найбільші відхилення завантаження мають місце на вхідному перетині. З довжиною решета загальна нерівномірність розподілу місцевого завантаження зменшується.

#### **Висновки.**

1. При початковому питомому завантаженні  $q_0=700$  кг/год·дм робоча поверхня решета працює в умовах перевантаженої центральної поздовжньої ділянки та недовантажених бокових, які не змінюються по довжині решета ні за площею ні за величиною.

2. При початковому питомому завантаженні  $q_0=2000$  кг/год·дм нерівномірний розподіл місцевого завантаження робочої поверхні зменшується по довжині решета за величиною та площею. На початку поверхні решето працює в умовах перевантаженої центральної та недовантажених бокових ділянок, а біля вихідного перетину в умовах завантаження наближеного до нормованого.

3. При початковому питомому завантаженні  $q_0=4800$  кг/год·дм характер розподілу місцевого завантаження по ширині на вході решета змінюється на протилежний на виході. Кількість ділянок перевантаження та недовантаження збільшилась, вони відокремлені одна від одної і розташовані на початку і в кінці решета. Середня частина решета має нормоване завантаження.

#### **Список використаних джерел**

1. Кацева Р.З. Исследование неравномерности нагрузки на рабочие органы зерноочистительной машины «ПЕТКУС-ГИГАНТ» / Р.З. Кацева // Труды ЧИМЭСХ. – 1969. – Вып.36. – С. 247-251.
2. Кацева Р.З. Особенности процесса подачи материала в зерноочистительные



машины поточной линии / Р.З. Кацева // Труды ЧИМЭСХ. – 1971. – Вып.52. – С. 78-84.

3. Кацева Р.З. Распределение зернового материала по ширине сепарирующих органов / Р. З. Кацева // Труды ЧИМЭСХ. – 1973. – Вып.62. – С. 192-201.

4. Терсков Г.Д. О влиянии скорости движения и кинематических факторов на пропускную способность решет с круглыми отверстиями / Г.Д. Терсков // Земледельческая механика. – М.: Машиностроение, 1967. – Т.7. – С. 306-326.

5. Янович В.П. Експериментальна оцінка амплітудно-частотних характеристик віброконвеєрної технологічної машини / В.П. Янович, В.І. Драчишин, В.І. Паламарчук // Вібрації в техніці і технологіях. – 2015. – №2 78. – С. 145-150.

6. Тищенко Л.Н. Определение закономерностей скорости потока зерновой смеси на виборешете при неравномерной подаче / Л.Н. Тищенко, С.В. Ольшанський, В.П. Ольшанський // Вісник ХНТУСГ “Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв”. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 88. – С 5-11.

7. Дебердеев Д.Ф. Исследование процессов вибротранспортирования и сегрегации слоя сыпучего материала при его сепарации на плоских решетках зерноочистительных машин: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства/ Д.Ф. Дебердеев; Казахский сельскохозяйственный институт. – Алма-Ата, 1974 – 25, [1] с., включ. обл. : ил. – Библиогр.: С. 22-23.

8. Машина для первичной очистки вороха семян: А.с. 1209093 СССР, МКИ А01F 12/44 / Н.И. Грабельковский, Ю.П. Полуни, Н.Н. Гехтман (СССР). – №3731151/30-15; Заявл. 26.04.84; Опубл. 07.02.86, Бюл. №15. – 2 с.

9. Тищенко Л.М. Идентификация скорости прохождения частиц зерновой смеси через отверстия решет вибрационных зерновых сепараторов / Л.Н. Тищенко, С.А. Харченко, Ф.М. Харченко, В.В. Бредихин, О.В. Цуркан // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – №2/7(80). – С. 63-69.

10. Ольшанський В.П. Теорія сепарування зерна: монографія / В.П. Ольшанський, В.В. Бредихін, В.М. Лук'яненко, М.В. Півень, М.В. Сліпченко, С.О. Харченко. – Харків: ХНТУСГ, 2017 – 803 с.

11. Ковеня В. М. Алгоритмы расщепления при решении многомерных задач аэрогидродинамики: монографія / В.М. Ковеня. – Новосибирск: СО РАН, 2014. – 278 с.

### Список джерел у транслітерації

1. Katseva, R.Z. (1969). Issledovanie neravnomernosti nagruzki na rabochie organyi zernoochistitelnoy mashiny «PETKUS-GIGANT» [Study of the uneven load on the working parts of the grain cleaning machine «PETKUS-GIGANT»]. Trudy ChIMESH – Proceedings of CHIMESH, 36, 247-251 [In Russian].

2. Katseva, R.Z. (1971). Osobennosti protsessa podachi materiala v zernoochistitelnyie mashinyi potochnoy linii [Features of process of serve of material in the grain cleaners of production line]. Trudy ChIMESH – Proceedings of CHIMESH, 52, 78-84 [In Russian].

3. Katseva, R.Z. (1973). Raspredelenie zernovogo materiala po shirine separiruyuschih organov [Distribution of grain material on the width of separation organs]. Trudy ChIMESH – Proceedings of CHIMESH, 62, 192-201 [In Russian].

4. Terskov, G.D. (1967). O vliyaniy skorosti dvizheniya i kinematcheskih faktorov na propusknuyu sposobnost reshet s kruglyimi otverstiyami [About influence of rate of movement and kinematics factors on the carrying capacity of sieves round-meshed]. Zemledelcheskaya mehanika. – Agricultural mechanics, 7, 306-326 [In Russian].

5. Yanovy`ch, V.P., Drachy`shy`n, V.I., Palamarchuk, V.I. (2015). Ekspery`mental`na ocinka amplitudno-chastotny`x karaktery`sty`k vibrokonveyernoyi tehnologichnoy mashyny` [Experimental evaluation frequency response vibroconveyor technological machine]. Vibraciyi v technici i tehnologiyax – Vibration in engineering and technology, 2(78), 145-150 [In Ukrainian].

6. Tischenko, L.N., Olshanskiy, V.P., Olshanskiy, S.V. (2009). Opredelenie zakonomernostey skorosti potoka zernovoy smesi na vibroreshete pri neravnomernoy podache [Definition of laws of speed of the stream of the grain mix on at non-uniform giving]. VIsnik HNTUSG – Announcer HNTUSG, 88, 5-11 [In Russian].

7. Deberdeev, D.F. (1974). Issledovanie protsessov vibrotransportirovaniya i segregatsii sloya syipuchego materiala pri ego separatsii na ploskih reshetah zernoochistitelnyih mashin [Research of processes of vibroportage and segregation of layer of friable material during his separation on the flat sieves of grain cleaners] *Extended abstract of candidates thesis*. Alma-Ata: KazAI [In Russian].

8. Mashina dlya pervichnoy ochistki voroha seyan: А.с. 1209093 SSSR, МКИ А01F 12/44 / N.I. Grabelkovskiy, Yu.P. Polunin, N.N. Gehtman (SSSR). – №3731151/30-15; Zayavl. 26.04.84; Opubl. 07.02.86, Byul. №15. – 2 s [In Russian].

9. Tischenko, L.M., Harchenko, S.A.,



Harchenko, F.M., Bredihin, V.V., Tsurkan, O.V. (2016). Identifikatsiya skorosti prohozhdeniya chastits zernovoy smesi cherez otverstiya reshet vibratsionnykh zernovykh separatorov [Authentication of passing speed of grain mixture particles through opening of grain separators sieves]. Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tehnologiy – Eastern-European Journal of Enterprise technologies, 2/7(80), 63-69 [In Russian].

10. Ol'shans'kyj, V.P., Bredy`xin, V.V., Luk'yanenko, V.M., Piven`, M.V., Slipchenko, M.V., & Xarchenko S.O. (2017). *Teoriya separuvannya zerna [The theory of grain separation]*. Xarkiv: XNTUSG [In Ukrainian].

11. Kovenya, V.M. (2014). *Algoritmy rasschepeniya pri reshenii mnogomernykh zadach aerogidrodinamiki: monograflya [Splitting algorithms for solving multi-dimensional problems of aerohydrodynamics]* Novosibirsk: SO RAN [In Russian].

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПОДАЧИ НА ПРОЦЕСС ЗАГРУЗКИ ВИБРОРЕШЕТА

*Эффективность сепарирования зерновых смесей в значительной мере определяется загрузкой решета. Наличие участков перегрузки или недогрузки приводит к снижению качества и производительности процесса сепарирования.*

*В статье представлены результаты исследований влияния величины начальной подачи смеси на процесс распределения удельной загрузки на рабочей поверхности наклонного плоского вибрационного решета. Для исследования процесса загрузки применена математическая модель пространственного движения сыпучей смеси на вибрационном наклонном решете конечной ширины. Составлены граничные условия на поверхностях, ограничивающих объем*

*сыпучей смеси. Влияние просеивания смеси на процесс загрузки не учитывалось.*

*Исследованы закономерности изменения удельной загрузки по длине и ширине решета. Установлено, что изменение величины начальной удельной загрузки существенно влияет на взаимное расположение участков перегрузки и недогрузки рабочей поверхности, их площадь и количество.*

**Ключевые слова:** *вибрационное решето, подача сыпучей смеси, удельная загрузка поверхности.*

#### THE RESEARCH OF INFLUENCE OF SERVE SIZE ON A SIEVE LOADING PROCESS

*The efficiency of grain mixtures separation is to a considerable extent defined by the sieve loading. The presence of overloading and underloading segments leads to the decline of quality and productivity of the separation process.*

*The article presents the research results of influence of initial mixture serve size on a distribution process of the specific loading on a inclined flat vibrating sieve. For research of process the mathematic models of spatial motion of a loose mixture flow along the inclined vibrosieve of finite width is used. The boundary conditions on the surfaces which restrict the volume of the loose mixture are made. Influence of sifting of mixture on the process of loading was not taken into account.*

*Regularities of change of the specific loading on length and width of sieve have been investigated. It have been determined that change of size of the initial specific loading influences substantially on mutual location of overloading and underloading segments of working surface, their area and amount.*

**Keywords:** *vibrating sieve, serve of friable mixtures, specific loading of surface.*

#### Відомості про авторів

**Півень Михайло Вікторович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики і теоретичної механіки, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61022, e-mail: m.v.piven@gmail.com).

**Пивень Михаил Викторович** – кандидат технических наук, доцент кафедры физики и теоретической механики, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко (ул. Алчевских, 44, г. Харьков, Украина, 61022 e-mail: m.v.piven@gmail.com).

**Piven Mykhailo** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Theoretical Mechanics, Petro Vasylenko Kharkiv National Technical University of Agriculture (44, Alchevskikh Str., Kharkiv, Ukraine 61022, e-mail: m.v.piven@gmail.com).