

15. Rogovskii I., Stepanenko S., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O. Experimental study in a pneumatic microbioculture separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. Vol. 12 (61), No. 1. 2019. p. 117–128.

Alvian Kuzmych, PhD tech. sci., **Mykhailo Aneliak**, Senior Researcher, PhD tech. sci., **Oleksandr Hrytsaka**, PhD tech. sci.,

National Scientific Centre "Institute of Agricultural Engineering and Electrification" Glevakha, Ukraine

Collection of Non-grain Part of Sunflower Harvest for Energy Purposes

The aim of the research is to increase the efficiency of harvesting the non-grain part of the sunflower crop for energy purposes by developing technology and substantiation of technical means.

The analysis of sunflower harvesting technologies is carried out; the method of harvesting the crushed mass of the non-grain part of the sunflower crop with the formation of windrows of high linear mass at the edge of the field is substantiated. The results of laboratory field research of harvesting, selection and pressing of the crushed mass of the non-grain part of the sunflower crop are presented. Directions of improvement of the baler for harvesting of a non-grain part of sunflower harvest are noted. The constructional-technological scheme of the trailed hopper and windrow-former to the combine harvester for formation of windrows of a non-grain part of a crop of sunflower with the increased running weight is offered. The results of laboratory field studies confirmed the hypothesis of the possibility of selecting the rolls of the crushed mass of the non-grain part of the sunflower crop with a running weight of more than 20 kg per meter at a level of losses not exceeding 20%. The efficiency of harvesting the non-grain part of the sunflower crop for energy purposes can be increased by collecting the crushed mass passed through the combine harvester in a trailed digger and forming rolls with high running weight at the edge of the field for drying and subsequent selection by serial balers. It is established that at the level of yield of sunflower seeds within 3 ton per ha the volume of harvesting by the combine harvester of the crushed weight of non-grain part makes 7.5-8.5 center per ha. When picking with a baler, rolls with a density of 75-90 kg per m³ were formed at an average humidity of 23%.

non-grain part of sunflower harvest, harvesting of non-grain part, windrow formation

Одержано (Received) 29.10.2020

Прорецензовано (Reviewed) 05.11.2020

Прийнято до друку (Approved) 21.12.2020

УДК 621.928.13

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.78-87>

М.В. Півень, доц., канд. техн. наук

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, м. Харків, Україна

e-mail: m.v.piven@gmail.com

Експериментальні дослідження розподілу питомого завантаження суміші по площі нахиленого лотка

В роботі досліджено закономірності розподілу питомого завантаження плоского нахиленого лотка. Центральна ділянка лотка є перевантажена, а пристінкові недовантажені. Найбільші відхилення питомого завантаження на вході лотка, але з довжиною вони зменшуються. Профіль питомого завантаження по ширині лотка є несиметричним і має локальний екстремум. З довжиною лотка питоме завантаження зменшується. Нерівномірне завантаження лотка виникає внаслідок нерівномірної подачі матеріалу із бункера.

лоток, сипка суміш, питоме завантаження поверхні, нерівномірна подача суміші

М.В. Пивень, доц., канд. техн. наук

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенка, г. Харьков, Украина

Экспериментальные исследования распределения удельной загрузки смеси по площади наклонного лотка

В работе исследованы закономерности распределения удельной загрузки плоского наклонного лотка. Центральный участок лотка является перегруженным, а пристеночные недогруженными. Наибольшие отклонения удельной загрузки на входе лотка, но с длиной они уменьшаются. Профиль удельной загрузки по ширине лотка является несимметричным и имеет локальный экстремум. С длиной лотка удельная загрузка уменьшается. Неравномерная загрузка лотка возникает вследствие неравномерной подачи материала из бункера.

лоток, сыпучая смесь, удельная загрузка поверхности, неравномерная подача смеси

Постановка проблеми. Завантаження робочої поверхні похилого лотка є важливою складовою технологічних процесів розділення, сушіння, транспортування та інших. Вказані процеси дуже чутливі до зміни завантаження. Наявність ділянок перевантаження приводить до зростання товщини шару і ущільнення суміші, а наявність ділянок недозавантаження приводить до зменшення заповнення лотка сумішшю, а отже до зменшення ступеню використання площі робочої поверхні. В обох випадках відбувається зниження ефективності виконання технологічного процесу.

В дослідженнях процесів обробки сипких сумішей приймалися припущення, що рух суміші є стаціонарним потоком зі сталою швидкістю по довжині лотка [1-4]. Поперечні складові швидкості прирівнювались до нуля, вплив бокових стінок не враховувався, потік вважався однорідним за густиною та товщиною шару. Початкова швидкість приймалась сталою по ширині лотка та в часі. Закономірності руху суміші досліджувались тільки в поздовжній площині потоку і приймалися однаковими на всій площі лотка.

Такі умови передбачають рівномірне завантаження суміші по площі робочої поверхні лотка. Однак, нерівномірна подача суміші на вході лотка, неоднорідність властивостей суміші, дія сил опору та інше обумовлюють зміну завантаження робочої поверхні. Тому, виникає необхідність дослідити розподіл завантаження суміші по площі лотка.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для моделювання руху сипкої суміші застосовуються рівняння руху в'язкої рідини. В основу цього покладена аналогія в поведінці в'язкої рідини і сипкої суміші в умовах швидких рухів. Досліджуючи гідродинамічні характеристики псевдозріджених сипких середовищ в роботі [5] встановлено, що при збільшенні коефіцієнта динамічної в'язкості завантаженість робочої поверхні зменшується. Це обумовлено погіршенням рухливості сипкої суміші та зростанням товщини шару. В деяких випадках можлива повна зупинка потоку суміші. Але в роботі досліджені закономірності руху в повздовжньому перетині потоку та не встановлені зміни в поперечному перетині.

Дослідження закономірностей гравітаційного руху сипких середовищ по вібрлотку виконано в роботі [6]. Визначений вплив параметрів вібрацій та кута нахилу лотка на процес його завантаження. Встановлено, що оптимальне завантаження має місце при великих амплітудах і низьких частотах коливань. Вплив віброприскорення на зростання завантаження є суттєвим тільки на низьких частотах коливань. Зі збільшенням кута нахилу лотка величина завантаження зменшується. Розподіл завантаження по площі лотка та вплив початкової подачі на вході в роботі не досліджено.

Рух сипкої суміші визначається не тільки фізико-механічними властивостями середовища та конструктивно-кінематичними параметрами лотка, але в значній мірі

залежить від початкових умов руху. На процес завантаження лотка впливають подавально-дозуючі пристрої. В роботі [7, 8] для визначення початкових умов руху розглянуто процес переміщення матеріалу від дозатора до шару, з подоланням опору повітряного простору. Однак, переміщенням частинок суміші в поперечному напрямі знехтувано, а рух шару змодельовано рухом плоскої частинки. Такі спрощення не дають змоги дослідити розподіл завантаження по площі робочої поверхні, обмежуючи параметри руху усередненими значеннями. Крім того, джерелом руху сипкої суміші є накопичувальний бункер, який започатковує характер руху на наступних пристроях.

В роботі [9] з вивчення нестійкого руху зерна по вібраційному решету встановлено, що на початку робочої поверхні, де зернова суміш надходить з певною початковою швидкістю, характер відносного руху частинок є нестійким. В зоні завантаження решета частинки суміші рухаються по складних криволінійних траєкторіях зміщуючись в поперечному перерізі решета, що безпосередньо впливає на рівномірність розподілу зерна по периметру робочої поверхні. Утворюється переважання решета на одних ділянках і недовантаження на інших, що погіршує ефективність технологічного процесу. Але в роботі рух зернового шару змодельовано рухом матеріальної точки, що вносить значні похибки в дослідження процесу завантаження робочої поверхні.

Швидкість руху суміші визначає величину завантаження робочої поверхні. Характер змінювання швидкості по робочій поверхні обумовлює відповідну зміну завантаження її площі. В роботі [10] досліджено змінювання швидкості потоку суміші по довжині решета при гармонічних пульсаціях початкової швидкості на вході решета, яка обумовлює нерівномірність подачі. Встановлено, що при нерівномірній подачі суміші на решето довжина області нерівномірного руху менше довжини робочої поверхні решета, але зі зменшенням частоти і збільшенням амплітуди коливань подачі суміші, довжина області нерівномірного руху зростає. Однак змінювання початкової швидкості по ширині решета в роботі не розглянуто.

Аналіз робіт свідчить, що розподіл завантаження потоку сипкої суміші змінюється і потребує уточнених досліджень. Залишились не визначеними розподіли завантаження по ширині та довжині робочої поверхні лотка, не враховано витік суміші з накопичувального бункера, початкової ланки, де розпочинається рух і утворюється характер початкової подачі. Тому є підстави вважати, що недостатня визначеність процесу обумовлює необхідність проведення дослідження завантаження площі робочої поверхні похилого лотка.

Постановка завдання. Встановити закономірності розподілу питомого завантаження сипкою сумішшю по площі робочої поверхні нахилого лотка.

Виклад основного матеріалу. Вивчення закономірностей процесу завантаження виконано експериментальним способом, який дозволяє відтворити реальний фізичний процес. Дослідження процесу завантаження похилого лотка проведено на експериментальній установці (рис.1, 2). Вона складається з металевого каркасу 1 на якому встановлений накопичувальний бункер 2 з випускним прямокутним отвором, довжина якого дорівнює ширині бункера. Ступінь відкриття випускного отвору регулюється заслінкою 3. Під накопичувальним бункером встановлені два похилі лотки, один під одним так, що суміш з верхнього лотка 4 зсипається на нижній 5. Лотки виконані прямокутної форми з боковими стінками перпендикулярними до площини робочої поверхні. Біля виходу з нижнього лотка встановлений приймальний пристрій 6 у формі паралелепіпеда з прямокутною основою, довжина якого дорівнює ширині лотка. Простір всередині приймального пристрою розділений на тридцять окремих комірок, розташованих трьома ярусами по висоті, по десять комірок в кожному ярусі.

Експериментальна установка працює наступним чином. При відкритті заслінки, сипка суміш з накопичувального бункера потрапляє через випускний отвір на похилий лоток, розподіляється по його поверхні та рухається в напрямку схилу. Далі суміш потрапляє на нижній лоток, переміщується по його поверхні та сходить в приймальний пристрій. Першими заповнюються комірки нижнього ярусу, потім середнього і верхнього. Яруси відділяються один від одного заслінками 7 (рис.1), які одночасно закривають або відкривають разом всі комірки одного ярусу. Заслінки нижнього ярусу 8 відкривають та закривають кожну комірку окремо. Установка передбачає регулювання ступеня відкриття випускного отвору накопичувального бункера, кута нахилу лотків до горизонту та заміну лотків різної довжини. Для проведення дослідів використовувалась зернова суміш озимої пшениці сорту «Миронівська 30», вологістю 10-15%, масою 1000 насінин 39,2 г. Ширина лотка 1 м, довжина варіювалась в межах 0,1- 2,2 м, кут нахилу до горизонту 18° , матеріал поверхні лотка оцинкована сталь.

Програмою експериментальних досліджень передбачалось визначення величини завантаження похилого лотка. Розрізняють завантаження початкове – вага матеріалу, що проходить через вхідний поперечний перетин лотка за одиницю часу, та місцеве – вага матеріалу, що проходить через довільний поперечний перетин лотка за одиницю часу [11]. Для дослідження розподілу завантаження по площі робочої поверхні лотка необхідно визначити питомих місцеве завантаження – вагу матеріалу, що проходить через одиницю ширини поперечного перетину лотка за одиницю часу:

$$q_i = \frac{m_i}{t_i}, \quad (1)$$

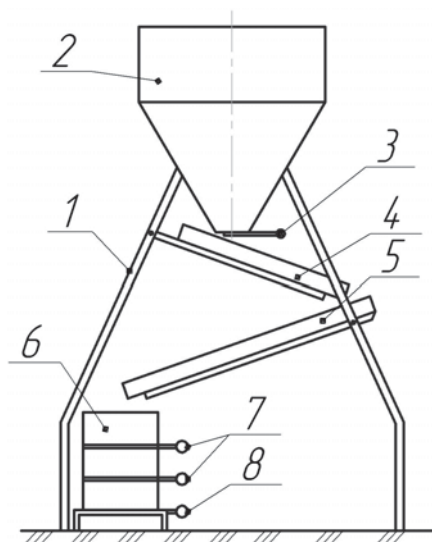
де q_i – питомих місцеве завантаження, кг/год·дм;

m_i – вага матеріалу, що проходить через одиничну ділянку ширини, кг/дм;

t_i – час, год.

Величина місцевого питомого завантаження визначалась за допомогою приймального пристрою. Вимірювались вага матеріалу в окремій комірці та час її наповнення. Розподіл матеріалу по комірках визначав розподіл місцевого завантаження по ширині лотка. Розподіл матеріалу по ярусам комірок визначав розподіл місцевого завантаження по ширині лотка з плином часу. Для визначення розподілу місцевого питомого завантаження на різній довжині від вхідного перетину використовувались лотки різної довжини при сталих інших параметрах.

Тривалість дослідів вимірювалась електронним секундоміром KD-6128 KADIO, з похибкою не більше 0,1 секунди. Вагу матеріалу вимірювали на вагах Matarix з похибкою 1 грам. Кут нахилу лотків вимірювався універсальним кутоміром УН-127. Обробка результатів експериментальних досліджень виконувалась із застосуванням методів математичної статистики. Після кожної серії дослідів визначались оцінки випадкових величин: \bar{X} – середньоарифметичне; σ – середньоквадратичне відхилення; σ^2 – дисперсія; V – коефіцієнт варіації. Довірча імовірність вимірюваних величин задавалась з рівнем $\alpha = 0,95$ при граничній похибці $\varepsilon_{zp} = \pm 2\sigma$, що дає необхідну кількість повторювань дослідів рівну чотирьом. Аналіз експериментальних даних виконувався при дотриманні однорідності дисперсій обумовлених помилками дослідів, для всієї серії вимірювань. Умова однорідності означає однаковий вплив помилок і випадкових завод для кожної серії вимірювань. Перевірка однорідності дисперсій проводилась за допомогою статистичного критерія Кохрена.



1 – каркас; 2 – накопичувальний бункер; 3 – заслінка; 4 – верхній лоток; 5 – нижній лоток; 6 – приймальний пристрій; 7 – заслінки верхнього та середнього ярусів; 8 – заслінки нижнього ярусу

Рисунок 1 – Схема експериментальної установки

Джерело: розроблено авторами

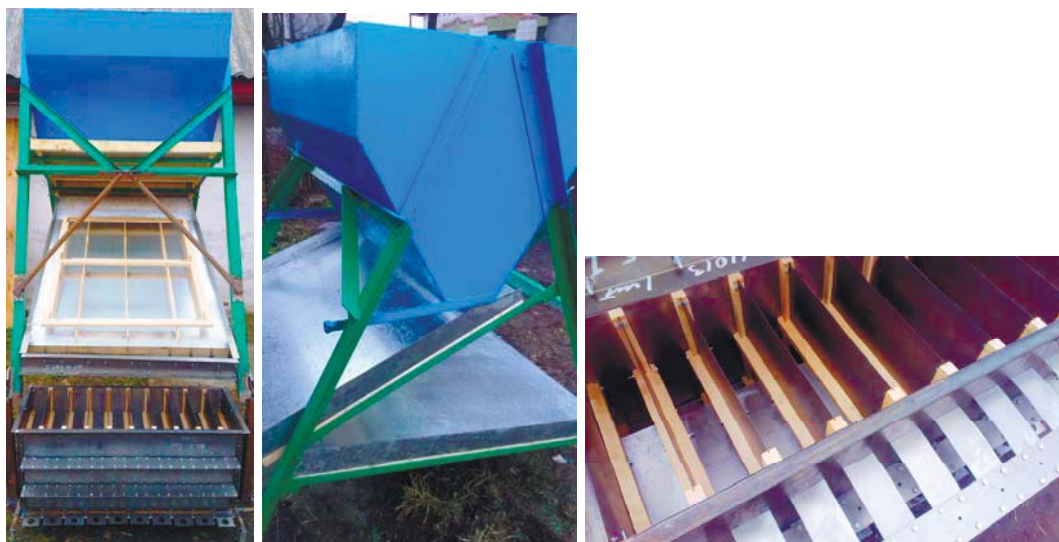


Рисунок 2 – Загальний вид експериментальної установки з приймальним пристроєм

Джерело: розроблено авторами

На рис. 3 представлені залежності початкового питомого завантаження на вході лотка по його ширині. Форма профілю питомого завантаження утворюється при висипанні сипкої суміші із накопичувального бункера, в якому започатковується рух. Суміш висипається із бункера нерівномірно по ширині. Витрата матеріалу в центральній частині бункера більша ніж біля бокових стінок. Існує незначна різниця у кількості висипаного матеріалу між лівою і правою пристінковими ділянками, що породжує несиметричність профілю питомого завантаження по ширині. Причому, більш інтенсивне розвантаження бункера можливо як з лівої так і з правої частини.

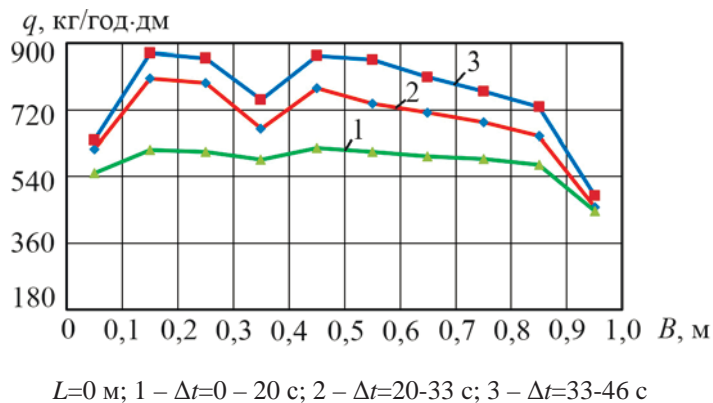


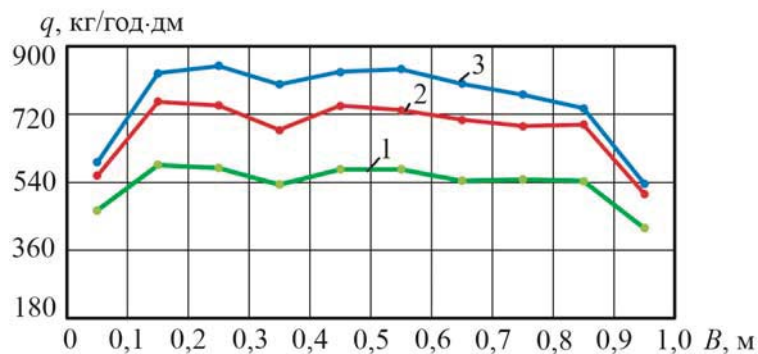
Рисунок 3 – Профіль початкового питомого завантаження по ширині лотка

Джерело: розроблено авторами

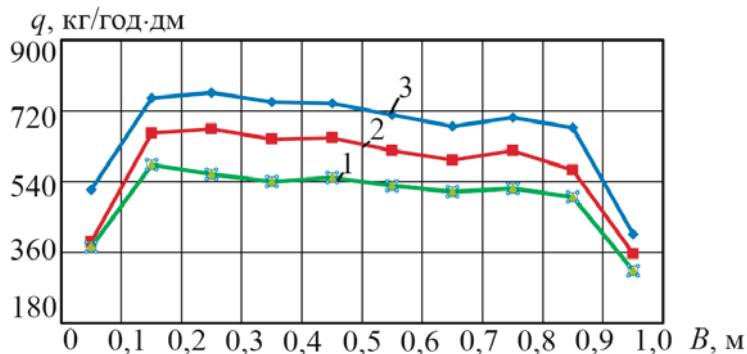
Графічні залежності питомого завантаження на вході лотка (рис. 3 криві 1, 2, 3) одержані для трьох інтервалів часу: 1 – $\Delta t=0-20$ с; 2 – $\Delta t=20-33$ с; 3 – $\Delta t=33-46$ с, тому характеризують середнє значення питомого завантаження для кожного окремого інтервалу. Однак в кожному наступному інтервалі часу питоме завантаження на вході лотка змінюється. Воно зростає з плином часу і збільшується величина відхилень від середнього значення завантаження. Такий характер зміни завантаження визначається відповідною витратою матеріалу із бункера. В початковий момент часу, коли накопичувальний бункер повністю заповнений, суміш знаходиться в умовах стиснення боковими стінками, і процес висипання ускладнений. По мірі випорожнення бункера рівень суміші падає, вплив стінок зменшується і швидкість висипання зростає.

В центральній частині бункера, на вузькій ділянці ширини, зміщеній до однієї бокової стінки, має місце локальний екстремум функції питомого завантаження – найменше значення в околі даної ділянки ширини (рис.3 криві 2, 3). Причому, в початковий проміжок часу $\Delta t=0-20$ с (рис. 3 крива 1), такий екстремум відсутній. Це вказує на утворення склепіння в бункері в даному перетині. Утворення склепіння можливе як з лівої, так і з правої сторони бункера (рис. 3 і рис. 4 в, г) і залежить від багатьох випадкових факторів. Розташування локального екстремуму на іншій ділянці ширини (рис. 4 в, г) пояснюється тим, що вимірювання у довільному поперечному перетині виконувалось незалежно від інших перетинів. Отже, початкове питоме завантаження на вході лотка є нерівномірним по ширині, змінюється в часі і визначається характером висипання матеріалу із накопичувального бункера.

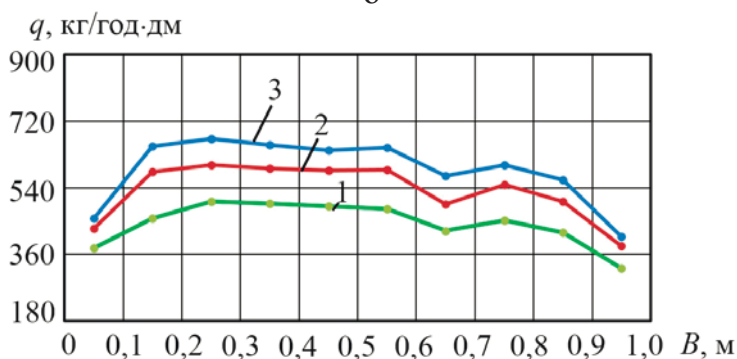
На рис. 4 а, б, в, г представлені залежності місцевого питомого завантаження лотка по його ширині на різній довжині від вхідного перетину. Форма профілю початкового питомого завантаження, утвореного при витіканні суміші із бункера, зберігається майже на всій довжині лотка. Центральна по ширині лотка ділянка перевантажена, а пристінкові ділянки недовантажені. Зберігається несиметричність профілю питомого завантаження по ширині лотка та наявність локального екстремуму (рис. 4, 5). Відбувається зміна величини завантаження з плином часу. Однак, відхилення від середнього значення питомого завантаження зменшуються з довжиною і розподіл суміші по площі робочої поверхні лотка стає більш рівномірним. Утворення рівномірного розподілу вказує на появу переміщення суміші з перевантаженої центральної ділянки до недовантажених пристінкових ділянок лотка.



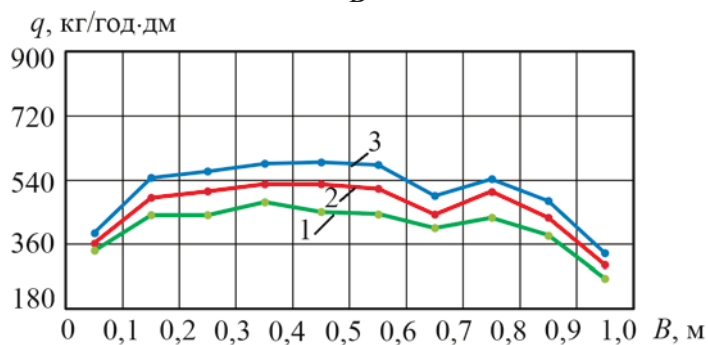
а



б



в



г

1 – $\Delta t=0-20$ с; 2 – $\Delta t=20-33$ с; 3 – $\Delta t=33-46$ с;

а – $L=0,8$ м; б – $L=1,2$ м; в – $L=1,6$ м; г – $L=2,2$ м

Рисунок 4 – Профілі місцевого питомого завантаження по ширині лотка
Джерело: розроблено авторами



Рисунок 5 – Приймальний пристрій з розподіленою по коміркам сумішшю
Джерело: розроблено авторами

Довжина лотка також впливає на процес завантаження робочої поверхні. Зі збільшенням довжини питоме завантаження зменшується за величиною (рис. 4 а, б, в, г). Відбувається зменшення швидкості суміші та уповільнення потоку. Звичайно, такий режим руху має місце при куті нахилу 18° та певній початковій швидкості, величина якої залежить від характеру висипання із бункера та умов потрапляння на робочу поверхню лотка. Отже, режим руху є нестационарним, що при сталій подачі суміші із бункера, приводить до поступового накопичення суміші в лотку, ущільнення та зростання шару і до повної зупинки потоку. При збільшенні кута нахилу швидкість руху потоку зростає, товщина та щільність шару зменшуються і величина питомого завантаження залишається сталою. Але рух потоку стає прискореним, отже нестационарним.

Таким чином, рух потоку суміші у нахиленому лотку є нестационарним, питоме завантаження суттєво змінюється на всій площі робочої поверхні і в значній мірі залежить від початкових умов руху, які визначаються характером подачі матеріалу із накопичувального бункера. Одержані закономірності питомого завантаження по площі робочої поверхні лотка можуть бути використані при розрахунку режимів руху сипких сумішей та обґрунтуванні параметрів обладнання для завантаження робочих органів машин.

Висновки:

1. Питоме завантаження лотка є нерівномірним по площі робочої поверхні: центральна ділянка перевантажена, а пристінкові недовантажені. Найбільші відхилення питомого завантаження на вході лотка, але з довжиною вони зменшуються, наближаючись до рівномірного розподілу. Профіль питомого завантаження по ширині лотка є несиметричним і має локальний екстремум. Зі збільшенням довжини лотка, при певній початковій швидкості та куті нахилу, питоме завантаження зменшується і потік суміші сповільнюється.

2. Нерівномірне завантаження лотка виникає внаслідок нерівномірної подачі матеріалу із накопичувального бункера, в якому започатковується рух. Початкова подача змінюється по ширині лотка і з плином часу, а характер профілю питомого завантаження, утворений на вході в лоток, зберігається майже на всій його довжині.

Список літератури

1. Півень М.В. Обоснование процесса сепарирования зерновых смесей плоскими вибрационными решетками. *Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin. 2015. Vol.17 №.7. 163–169.*

2. Tishchenko L., Kharchenko S., Kharchenko F., Bredykhin V., Tsurkan O. Identification of a mixture of grain particle velocity through the holes of the vibrating sieves grain separators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 2. № 7 (80). 63–69. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.65920
3. Kharchenko S., Kovalishin S., Zavgorodniy A., Kharchenko F., Mikhaylov Y. Effective sifting of flat seeds through sieve. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 58. № 2. 17–26. DOI: 10.35633/INMATEH-58-02
4. Akhmadiev F., Gizzyatov R., Kiyamov K. Mathematical modeling of thin layer separation of granular materials on sieve classifiers. *Theoretical foundations of chemical engineering*. 2013. Vol. 47. No 3. 254–261. DOI.org/10.1134/S0040579513030019
5. Тищенко Л. Н. Гидродинамические характеристики псевдооживленных сыпучих сред при виброцентробежном сепарировании на зерноперерабатывающих предприятиях. *Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв. Вісник ХДТУСГ*. 2001. Вип.5. 13–33.
6. Яцун С.Ф., Локтионова О.Г. Вибрационные машины и технологии для переработки гранулированных сред. 2011. Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии. 296 с.
7. Бредихін В.В. Механіко-математична модель руху зернових сумішей у вібропневмоцентрифугах. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2001. Вип. 85. 116–119.
8. Бредихін В.В. Обґрунтування параметрів процесу вібропневмовідцентрового розділення насінневих сумішей за густиною насіння. Дис. ...канд. техн. наук: 05.05.11 / ХДТУСГ. Харків. 2003. 246 с.
9. Гончаров Е. С. Теория неустойчивого движения зерна по поверхности вертикальных цилиндрических центробежновибрационных решет. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 1973. Вып.25. 39–44.
10. Тищенко Л. Н., Ольшанський С. В., Ольшанський В. П. Определение закономерностей скорости потока зерновой смеси на виборешете при неравномерной подаче. *Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вісник ХДТУСГ*. 2009. Вип. 88. 5–11.
11. Терсков Г. Д. О влиянии основных факторов на пропускную способность решет с круглыми отверстиями. *Труды ЧИМЭСХ*. 1958. Т.7. 33–94.

Referencis

1. Piven, M.V. (2015). Obosnovanie prozessa separirovaniya zernovy`kh smesey ploskimi vibracziorny`mi reshetami [Substantiation of the process of separation of grain mixtures by flat vibrating screens]. *Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin, Vol.17 №.7*, 163–169 [in Russian].
2. Tishchenko, L., Kharchenko, S., Kharchenko, F., Bredykhin, V. & Tsurkan, O. (2016). Identification of a mixture of grain particle velocity through the holes of the vibrating sieves grain separators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2, 7 (80), 63–69 [in English].
3. Kharchenko, S., Kovalishin, S., Zavgorodniy, A., Kharchenko, F. & Mikhaylov, Y. (2019). Effective sifting of flat seeds through sieve. *INMATEH. Agricultural Engineering*, 58, 2, 17–26 [in English].
4. Akhmadiev, F., Gizzyatov, R. & Kiyamov, K. (2013). Mathematical modeling of thin layer separation of granular materials on sieve classifiers. *Theoretical foundations of chemical engineering*, 47, 3, 254–261 [in English].
5. Tischenko, L.N. (2001). Hidrodinamicheskie kharakteristiki psevdoozhzhenny`kh sy`puchikh sred pri vibrocenetrobeznom separirovanii na zernopererabaty`vayushhikh predpriyatiyakh []. *Suchasni` napryamki tekhnologi`yi ta mekhanizaczi`yi procesi`v pererobnikh ta kharchovikh virobnicztv. Vi`snik KhDTUSG*, 5, 13–33 [in Russian].
6. Yaczun, S.F. & Loktionova, O.G (2011). Vibracziorny`e mashiny` i tekhnologii dlya pererabotki granulirovanny`kh sred [Vibration machines and technologies for processing granular media]. *Stary`j Oskol: Tonkie naukoemkie tekhnologii*, 296 [in Russian].
7. Bredikhi`n, V.V. (2001). Mekhani`ko-matematichna model` rukhu zernovikh sumi`shej u vi`bropnevmoцентрифугakh. [Mechanical-mathematical model of grain mixtures motion in vibropneumocentrifuges]. *Mekhanizaczi`ya ta elektrifi`kaczi`ya sil`s`kogo gospodarstva., Vip. 85*, 116–119 [in Ukrainian].
8. Bredikhi`n, V.V. (2003). Obgruntuvannya parametri`v procesu vi`bropnevmo`dcenetrovogo rozdi`lennya nasi`nnyevikh sumi`shej za gustinoyu nasi`nnya [Substantiation of the parameters of the

- process of vibro-pneumatic centrifugal separation of seed mixtures by seed density]. *Dis. ...kand. tekhn. nauk: 05.05.11 / KhDTUSG, Kharki`v*, 246 [in Ukrainian].
9. Goncharov, E.S. (1973) Teoriya neustojchivogo dvizheniya zerna po poverkhnosti vertikal`ny`kh czilindricheskikh czentrobezhnovibracziorny`kh reshet [Theory of unstable grain motion on the surface of vertical cylindrical centrifugal vibrating sieves]. *Mekhanizacziya i e`lektrifikacziya sel`skogo khozyajstva, Vy`p.25*, 39–44. [in Russian].
 10. Tishhenko, L.N., Ol`shans`kij, S.V. & Ol`shans`kij, V.P. (2009). Opredelenie zakonornostej skorosti potoka zernovoj smesi na vibroreshete pri neravnomernoj podache [Determination of the regularities of the flow rate of the grain mixture on the vibrating screen with uneven feed]. *Suchasni` napryamki tekhnologi`yi ta mekhani`zaczi`yi proczesi`v pererobnikh i` kharchovikh virobnicztv. Vi`snik KhNTUSG, Vip. 88*, 5–11 [in Russian].
 11. Terskov, G.D. (1958). O vliyanii osnovny`kh faktorov na propusknuyu sposobnost` reshet s krugly`mi otverstiyami [The influence of the main factors on the throughput of sieves with round holes]. *Trudy` ChIME`SKh, T.7*, 33–94 [in Russian].

Mykhailo Piven, PhD tech. sci.

Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv, Ukraine

Experimental Studies Of The Specific Load Distribution Of The Mixture Over The Area Of The Inclined Tray

The regularities of specific loading distribution of loose mixture on the area of a working surface of the inclined tray are established in the work. The studies were performed on the experimental setup consisting of a storage hopper and inclined flat trays of different lengths. The material of the study was a grain mixture of winter wheat variety "Myronivska 30". The magnitude of the load was determined using a receiving device, which allowed to obtain the specific load distribution on the width and length of the tray and over time.

The specific loading of the tray is uneven in the area of the working surface: the central section is overloaded, and the wall is underloaded. The largest deviations of the specific load at the inlet of the tray, but with length they decrease, approaching a uniform distribution. The specific load profile across the width of the tray is asymmetric and has a local extremum. As the tray length increases, at the certain initial speed and angle, the specific load decreases and the mixture flow slows down. With a constant supply of material from the hopper, there is a gradual accumulation of the mixture in the tray, compaction and growth of the layer, which leads to complete cessation of flow. Uneven loading of the tray occurs due to uneven supply of material from the storage hopper, in which the movement begins. The initial feed varies across the width of the tray and over time, and the nature of the specific load profile formed at the entrance to the tray is preserved for almost its entire length.

The movement of the mixture flow in the inclined tray is non-stationary, the specific load varies significantly over the entire surface area and largely depends on the initial conditions of movement. The obtained regularities of specific loading on the working surface area of the tray can be used in the calculation of the modes of loose mixtures movement and substantiation of the equipment parameters for loading the working bodies of machines.

tray, loose mixture, specific surface load, uneven mixture feeding

Одержано (Received) 29.10.2020

Прорецензовано (Reviewed) 05.11.2020

Прийнято до друку (Approved) 21.12.2020