

ДО ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ВІД ЛЕГКИХ ДОМІШОК

Сліпченко М.В., к.т.н., доц.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Використання секційної лабораторної установки з оргскла дало змогу провести досліді щодо ефективності виділення легких домішок пневмосепаруючим пристроєм вібровідцентрових зернових сепараторів. За результатами дослідів отримано чітку картинку візуалізації потоків зернової суміші та повітряного потоку. Встановлені траєкторії їх руху.

Постановка проблеми. В результаті проведених теоретичних досліджень створено математичні моделі нелінійної динаміки потоку зернової суміші (ЗС) по тарілчастому розкидачу (ТР) [1], вилучення легких домішок з зернового шару, що продувається ПП [2], отримані залежності ефективності процесу очищення від конструктивно-технологічних параметрів розробленого віялово-кільцевого конусно-каскадного пневмосепаруючого пристрою (ПСП) [3]. Деякі вирази отримані при певних припущеннях, спрощеннях, і, відповідно, містять невідомі величини, які підлягають уточненню і можуть бути визначені експериментально [4]. В ході попередніх досліджень [4] виявлено оптимальні параметри пневмосепаруючого пристрою. Так як дослідження траєкторій руху ЗС і ПП необхідно вивчати вздовж радіальної та осьової осей ПСП, то для візуалізації та можливості зйомки необхідно робити виріз в ньому принаймні у чверть кола. Несемитричність отриманої конструкції значно впливатиме на нерівномірність поля швидкостей ПП та значно спотворе результати біля стінок з оргскла, де і можливе буде проводити виміри.

Мета роботи. Експериментальне підтвердження отриманих теоретичних досліджень, оптимізація конструктивно-технологічних параметрів пневмосепаруючого пристрою вібровідцентрових зернових сепараторів та візуалізація траєкторій руху зернової суміші та повітряного потоку потребує обґрунтування доцільності проведення частини експериментальних досліджень на лабораторній установці.

Результати досліджень. Лабораторна установка (ЛУ) на якій будемо проводити частину досліджень має створювати тіж самі умови очистки, як і ПСП виконаний в металі. Тому в ній повинна бути така саме загрузка, а відповідно і товщина шару ЗС, і витримані тіж самі швидкості ПП.

Дослідження процесу очищення ЗС від легких домішок проводили на ЛУ, що імітує ПСП (рис. 1), з можливістю регулювань (рис. 2). Для забезпечення відповідності аналогічності умов очистки геометричні розміри ЛУ відповідали розмірам ПСП, але являли собою сектор. Вибір такої форми обумовлений

необхідністю моделювання зміни товщини шару ЗС при русі по повітропроникній конусно-каскадній поверхні.

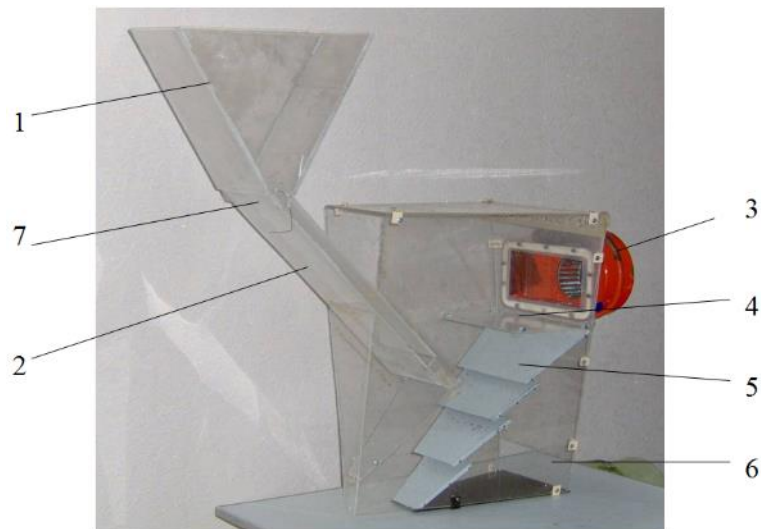


Рис. 1 – Загальний вигляд ЛУ

1 – бункер завантажувальний; 2 – площина похила; 3 – вентилятор; 4 – діафрагма; 5 – полки скатні; 6 – повітрозабірник; 7 – заслінка

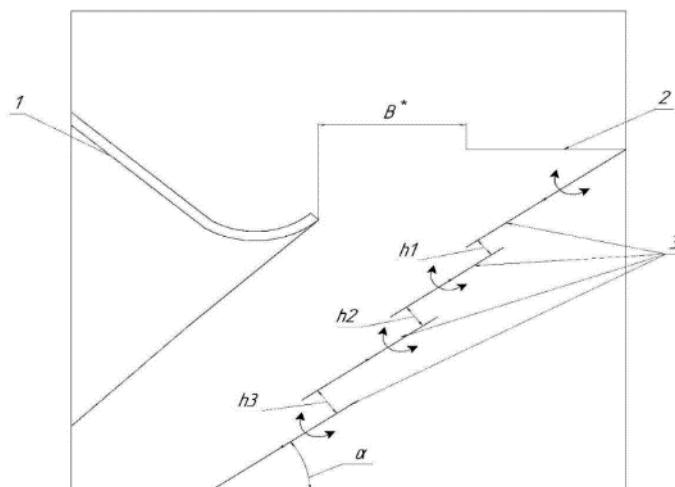


Рис. 2 – Конструктивна схема ЛУ

1 – площина похила; 2 – діафрагма; 3 – полки скатні; B^* – ширина зони основної очистки; $h_{1,2,3}$ – величини зазорів між полицями (висота щілин); α – кут нахилу полиць

Установка працює в такий спосіб. ЗС засипається в бункер 1, що має заслінку 7. При відкритті заслінки ЗС рухається по похилій площині 2, що має закруглення в нижній частині, та сходить по траєкторіях близьких до траєкторій сходу з ТР. ПП через повітрозабірник 6 проходить між щілинами полиць 5 і далі двічі перетинає потік ЗС, відбираючи легкі домішки, які відсмоктуються вентилятором 3. ЗС сходить по полицях і видаляється з ЛУ.

ЛУ дозволяє змінювати кути нахилу (35° - 45°), кількість полиць (2-6), відстані між полицями 10-80 мм, ширину зони основної очищення (100-150 мм)

(рис. 2).

Для відповідності умов роботи ЛУ і ПСП на сепараторі необхідно, щоб швидкість руху ПП і ЗС відповідали аналогічним значенням в ПСП серійних вібровідцентрових сепараторів. З цією метою в лабораторній установці використовували короб, встановлений під нахилом. Кінець короба має форму, наближену до ТР сепаратора, а зміна довжини короба (додаткові секції) дозволяють варіювати швидкість сходу ЗС. Така конструкція забезпечує сход ЗС із заданою швидкістю і емітує роботу ТР.

Для проведення експериментів необхідно, щоб забезпечувалася також рівномірна подача ЗС. З цією метою в ЛУ передбачено завантажувальний пристрій, яке повинен відповідати таким основним вимогам: простоті і надійності конструкції, рівномірності при регулюванні подачі.

Виходячи з цих вимог, розробили конструкцію завантажувального пристрою ЛУ, представлену на рис. 3.

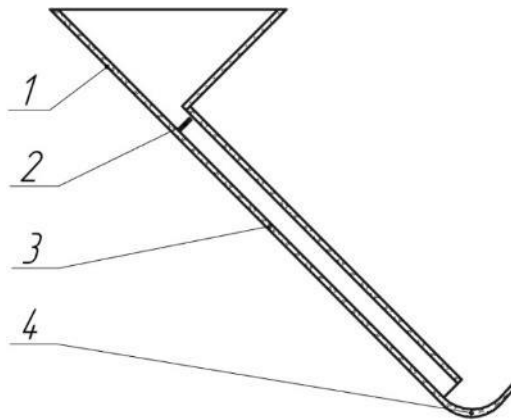


Рис. 3 – Завантажувальний пристрій ЛУ

1 – бункер: 2 – заслінка: 3 – жолоб похилий: 4 – закруглення

Використання даної конструкції дозволило робити експерименти з ЗС різної засміченості і складу, а також регулювати подачу і швидкість надходження суміші.

При проведенні експериментів подача ЗС повинна відповідати подачі в серійному ворохоочиснику. ЛУ є сектор, тому її продуктивність буде в $\varphi_{лу} / \varphi_{псу}$ раз менше продуктивності ПСП горохоочисника [64], тобто лежати в діапазоні 0 - 0,063 кг/с (відповідає продуктивності сепаратора 0 - 6,944 кг/с (0 - 25 т/год)), де $\varphi_{лу}$ – центральний кут сектора ЛУ; $\varphi_{псу} = 360^\circ$ – центральний кут ПСП.

Випробування на ЛУ дали уявлення про траєкторії руху ЗС (рис. 4, а).

Для візуального визначення траєкторій ПП найбільш вживані методи іонного хмарки [5, 6], шовкових ниток [7] або використання диму [8, 9]. Використання методу іонного хмарки вимагає складного технічного обладнання, а інші способи не дозволили отримати чітку картину руху ЗС. Так як швидкість ПП лежить в діапазоні 5-10 м/с, то спостерігалось тріпотіння ниток, що змазувало картинку.

Метод використання диму [8, 9] також не дав результатів. Метод

застосуємо тільки при ламінарному русі ПП, так як дозволяє візуально спостерігати струмки диму. При турбулентному русі картинка різко змінюється: утворюється аерозоль, і зникає можливість спостерігати окремі струмки. Для можливості візуалізації руху ЗС модифікували метод шовкових ниток. Для цього застосували поліетиленову плівку, нарізану вузькими смужками. Це дозволило отримати цілком читану картину руху ВП в ЛУ (рис. 4, б).

Як видно з рис. 4, б, ПП спочатку проходить між пластинами, зберігаючи напрямок руху на деякій ділянці, а потім розвертається і рухається вгору.

Швидкість ПП всередині ЛУ можна змінювати шляхом зміни частоти обертання вентилятора. Для цього змінювали напруга, що підводиться до електродвигуна вентилятора, який працює на постійному струмі.

Для того щоб швидкості ПП серійного ПСП і ЛУ відповідали один одному проводили виміри. Для цього вибрали мікроманометр з трубкою Піто.

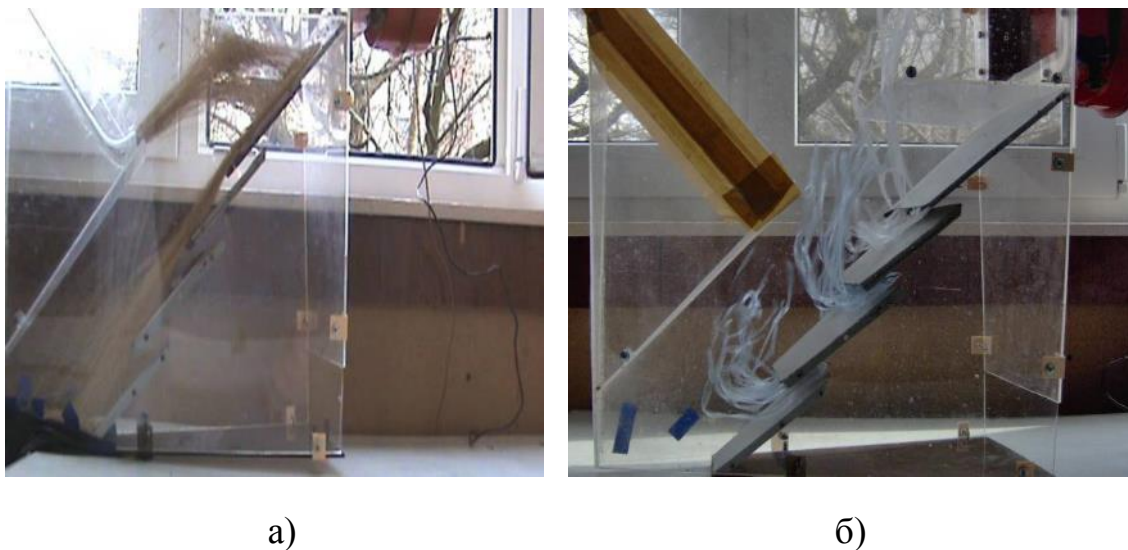


Рис. 4 – Траєкторії руху

а) ЗС; б) ПП

Трубка Піто дозволяє фіксувати різницю між динамічним і статичним тиском, а мікроманометр - вимірювати цю величину.

Для отримання більш точних результатів використовують чашкові мікроманометри з похилою шкалою. У цьому випадку величину динамічного тиску визначають з наступного виразу:

$$H = H_1 - H_2 = (l - a_n) \cdot \gamma_{жс} \cdot k_m, \quad (1)$$

де: H_1 - повний тиск, Па;
 H_2 - статичний тиск, Па;
 l - відлік по трубці, м;
 a_n - початковий відлік по трубці, м;
 $k_m = \sin \alpha$ - масштаб мікроманометра;
 $\gamma_{жс}$ щільність рідини, кг/м³.

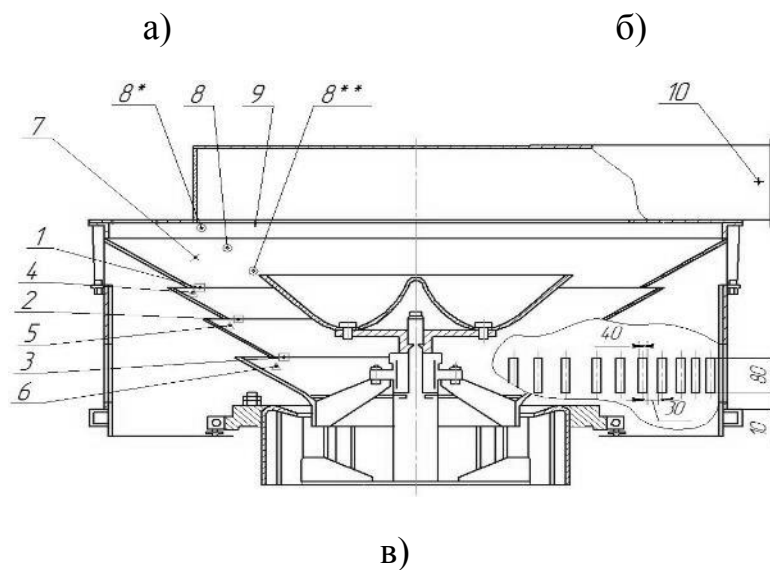
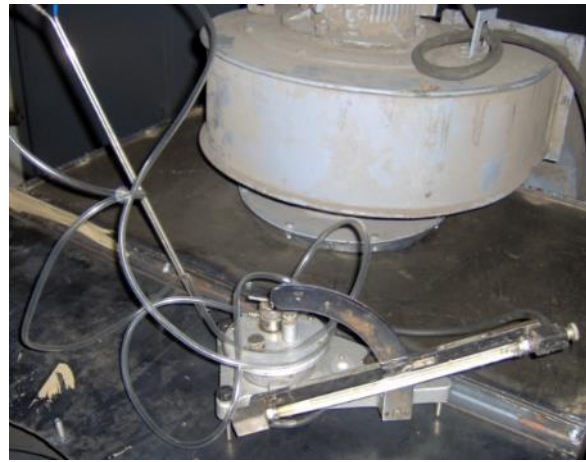


Рис. 5 – Виміри швидкостей ПП в ПСП

а) загальний вигляд сепаратора СВС-25 с розробленим ПСП; б) мікроманометр з трубкою Піто; в) схема розташування точок вимірів ПСП: 1-10 – точки виміру

На практиці для зручності використовують фіксовані коефіцієнти відліку (0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8) [10]. При цьому необхідно використовувати спирт-ректифікат щільністю $0,8095 \pm 0,005 \text{ г/см}^3$. При використанні спирту з іншою густиною вводять поправку, значення якої беруть з таблиць.

Згідно з методикою [11] визначення гідродинамічних характеристик ПСП проводили на незасміченому ПП.

Згідно з вищенаведеним, проводили виміри швидкостей ПП в ПСП (табл. 1), і перевіряли відповідності цих швидкостей в ЛУ. Виміри проводили при повністю відкритих засувках пилоосаджувальної камери і вентилятора, а також у відсутності додаткових фільтрів. З метою зменшення похибок повторюваність вимірів була триразовою. Відсутність значень у точці 3 обумовлена неможливістю потрапляння трубки Піто в простір внаслідок обмеження елементами конструкції.

Таблиця 1 – Результати вимірів швидкостей ПП

№ точки	Швидкість ПП, м/с			Середня швидкість ПП, м/с
	Замер № 1	Замер № 2	Замер № 3	
1	8,41	8,42	8,31	8,38
2	9,90	9,21	9,03	9,38
3	-	-	-	-
4	9,90	9,03	9,39	9,44
5	6,00	7,88	6,76	6,92
6	5,11	4,78	4,95	4,95
7	7,00	8,27	7,94	7,74
8	10,69	10,56	10,82	10,69
8*	8,47	8,52	8,42	8,47
8**	9,70	9,03	9,28	9,34
9	9,03	9,85	9,52	9,47
10	9,73	9,21	9,03	9,20

Висновок. Використання секційної лабораторної установки з оргскла дало змогу провести досліди щодо ефективності вилучення легких домішок пневмосепаруючим пристроєм вібровідцентрових зернових сепараторів. Отримано чітку картинку візуалізації потоків ЗС та ПП. Встановлені траєкторії їх руху. Але при вивченні швидкостей та траєкторій руху ЗС та ПП використання секційної лабораторної установки стало підґрунтям для виготовлення прямокутної лабораторної установки та проведення подальших уточнюючих експериментів на ній.

Список використаних джерел

1. Тищенко Л.Н. Уравнения динамики зерновой смеси на тарельчатом разбрасывателе виброцентробежного сепаратора / Л.Н. Тищенко, М.В. Слипченко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2012. – № 1 (65). – С. 123-127.
2. Слипченко М.В. Исследование очистки зерновых смесей при сходе с тарельчатого разбрасывателя пневмосепарирующего устройства виброцентробежного сепаратора / М.В. Слипченко // Motrol. Commission and Energetics in Agriculture. - Lublin-Rzeszów, 2014. - Vol. 16, No 7. - P. 89-91.
3. Слипченко М.В. Оптимизация конструктивно-технологических параметров пневмосепарирующего устройства виброцентробежных зерновых сепараторов / М.В. Слипченко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2010. – Вип. 93, Т.1.– С. 214-222.
4. Тищенко Л.Н. Динамика виброцентробежной зерноочистки / Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский, Ф.М. Харченко, М.В. Слипченко. – Харьков: Міськдрук, 2013. – 440 с.
5. Кайзер Ф.И. Разрядный метод определения поля скоростей в

- гидрозвуковых потоках / Ф.И. Кайзер //Ракетная техника и космонавтика. – 1964. – №2 (русский перевод).– С. 216–217.
6. Witte A.B. Laser holographic interferometry study of high-speed flowfields / A.B. Witte, R.F. Wuerker // AIAA J. – 1970. – No 3. – P. 38–46.
 7. Денисенко А.Г. Исследование инерционных пылеотделителей двигателей внутреннего сгорания в стационарном и пульсирующем потоках: дис. ... канд. техн. наук. – Харьков: ХИМЭСХ, 1969. – 169с.
 8. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении / И.Л. Повх. – [изд. 3-е доп. и исправл.]. – Л.: Машиностроение (ленингр. отделение), 1974. – 480 с.
 9. Selig M.S. Wind Tunnel Testing Airfoils at Low Reynolds Numbers / M.S. Selig, R.W. Deters, G.A. Williamson. // 49th AIAA Aerospace Sciences Meeting, AIAA Paper 2011-875, Orlando, FL, 4-7 January 2011. – 2011. – P. 1-32.
 10. Микроманометры жидкостные компенсационные с микрометрическим винтом типа МКВ-250. Методы и средства поверки: ГОСТ 8.302-78. – [срок действия с 1979-07-01] М.: Издательство стандартов, 1983. – 10 с.
 11. Ярош Я.Д. Підвищення ефективності пиловловлювання батарейних циклонів за рахунок застосування елементів з жалюзійними решітками: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08 / Я.Д. Ярош. – Львів: Національний університет „Львівська політехніка”, 2003. –21 с.

Аннотация

К ОБОСНОВАНИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ОТ ЛЕГКИХ ПРИМЕСЕЙ

Слипченко М.В.

Использование секционной лабораторной установки из оргстекла позволило провести опыты по эффективности выделения легких примесей пневмосепарирующим устройством виброцентробежных зерновых сепараторов. В результате опытов получили четкую картинку визуализации потоков зерновой смеси и воздушного потока. Установлены траектории их движения.

Abstract

TO JUSTIFICATION FOR USING THE LABORATORY-SCALE UNIT FOR EXPERIMENTAL RESEARCHING OF THE GRAIN MIXTURE CLEANING FROM LIGHT IMPURITIES

M. Slipchenko

Using a laboratory-scale sectional unit from plexiglas allowed to carry out experiments on the efficiency of extraction of light impurities pneumoseparating device vibrocentrifugal grain separators. In the results of experiments obtained a clear image visualization streams grain mixture and air flow. It's trajectories has established.