

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВІТРОПРОНИКНОЇ РОЗШАРУЮЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗРОБЛЕНОГО ПНЕВМОСЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЗЕРНОВИХ СЕПАРАТОРІВ

Харченко С.О., к.т.н., доц., Борщ Ю.П., інженер,
Сліпченко М.В., к.т.н., доц.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

В статті визначені методи і представлені результати експериментальних досліджень щодо визначення діапазонів варіювання параметрів процесу пневмосепарації зернових сумішей

Постановка проблеми. Пневмосепаруючі канали комплексних барабанних сепараторів типу КБС [1] призначені для очищення зернових сумішей у повітряному потоці від легких домішок. Подальше збільшення продуктивності сепараторів призводить до зниження якості очищення зернових сумішей та повторності пропусків, що в свою чергу веде до підвищення експлуатаційних витрат. Тому є необхідність інтенсифікації процесу очищення зернових сумішей (ЗС) від легких домішок з удосконалення пневмосепаруючих каналів та пневмосепараторів. Розділення компонентів ЗС повітряним потоком ґрунтується на відмінностях аеродинамічних властивостей компонентів насінневої суміші (парусності, розмірів, маси, стану і формі поверхні та ін.). Відділення легких домішок на початковому етапі розвантажує решітні блоки та підвищує ефективність сепараторів. Поставлене завдання вирішується шляхом встановлення повітропроникного розшаруючого пристрою, який забезпечує попереднє розшарування потоку ЗС [2]. Так після пристрою у верхній частині шару знаходяться більшість легких домішок, а у нижньому зерно основної культури. Такий шар ЗС значно ефективніше розділюється у подальшому вертикальному пневмоканалі зернових сепараторів.

Одержані результати теоретичних досліджень [3-5] у виді рівнянь динаміки псевдозрідженої ЗС на повітропроникному розшаруючому пристрої пневмоканалу потребують експериментальне визначення та уточнення деяких параметрів, підтвердження розроблених положень.

Мета роботи: визначення діапазонів варіювання параметрів розробленого пневмосепаруючого пристрою зернових сепараторів.

Основний матеріал.

Для підвищення ефективності процесу очищення ЗС пропонується розшаруючий повітропроникний пристрій (рис.1). Для цього в аспіраційній камері серійного сепаратора КБС [1], а саме у пневмосепаруючому пристрої, встановлено скатну поверхню 6 та повітропроникну поверхню 7. При проходженні повітряного потоку через зернову суміш, яка рухається по

поверхні 7, частинки легких домішок перерозподіляються у верхні підшари. Таким чином, у вертикальний пневмосепаруючий канал 1 надходить двошарова зернова суміш, в якій зверху знаходяться легкі домішки. При розділенні у пневмосепаруючому каналі легкі домішки виносяться з зернової суміші та осаджуються у пилоосаджувачі 5.

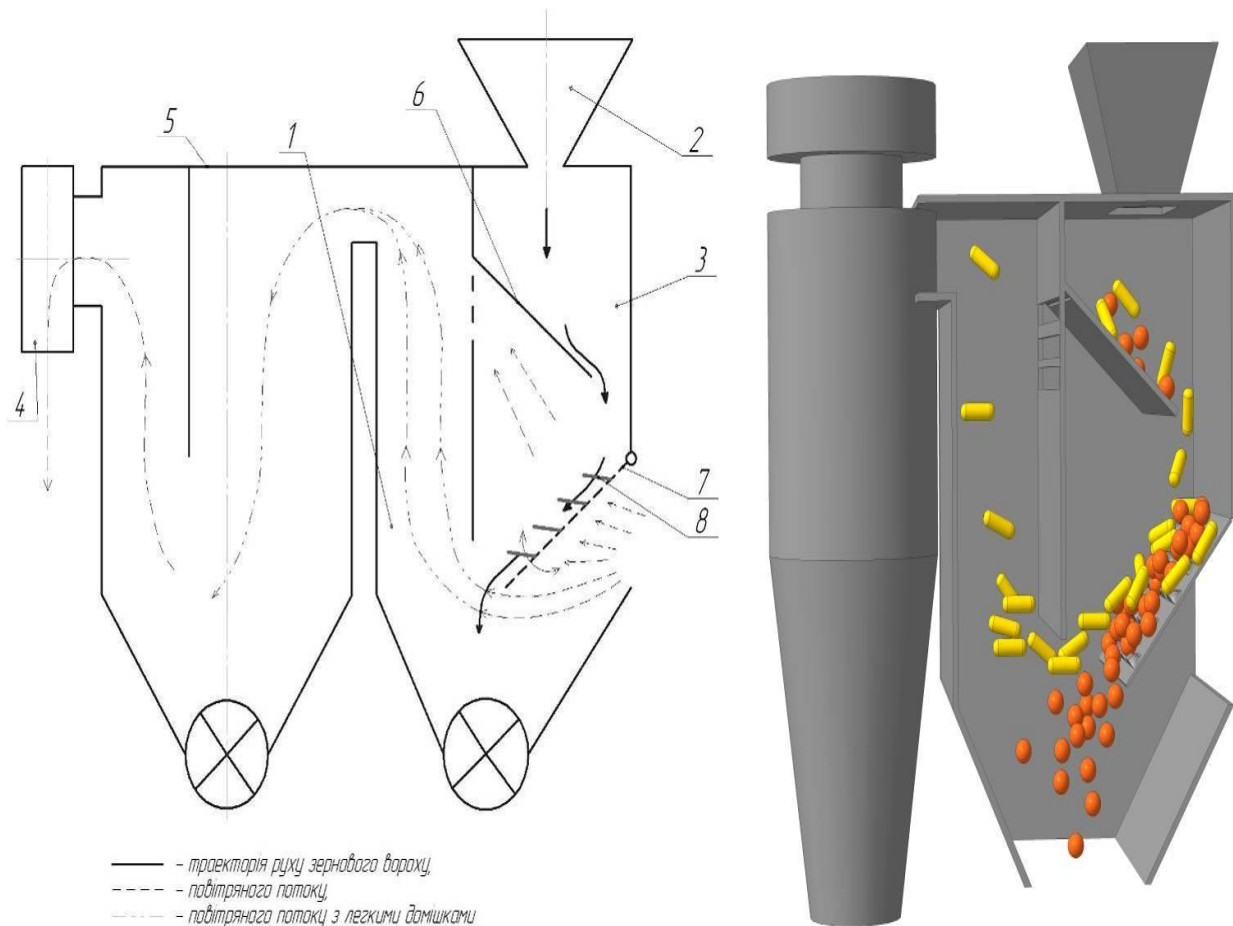


Рис.1. Пневмосепаруючий пристрій: 1 – пневмосепаруючий канал; 2 – завантажувальний бункер; 3 – накопичувальна камера; 4 – вентилятор; 5 – пилоосаджувальна камера; 6 – скатна поверхня; 7- повітропроникна поверхня; 8 – розпушувачі

Для визначення параметрів процесу сепарації зернових сумішей за аеродинамічними властивостями у пневмосепаруючому пристрої розроблена установка (рис.2). Дослідження проведені в лабораторії кафедри оптимізації технологічних систем імені Т.П. Євсюкова ХНТУСГ.

Установка складається з джерела повітря – вентилятор 1, що всмоктує, пневмосепаруючого каналу 2, завантажувального бункеру 3 з заслінкою 4, повітропроникної поверхні 5, розшаруючого пристрою 6, блоку приймачів 7, регулятора повітряного потоку 8, фільтру 9.

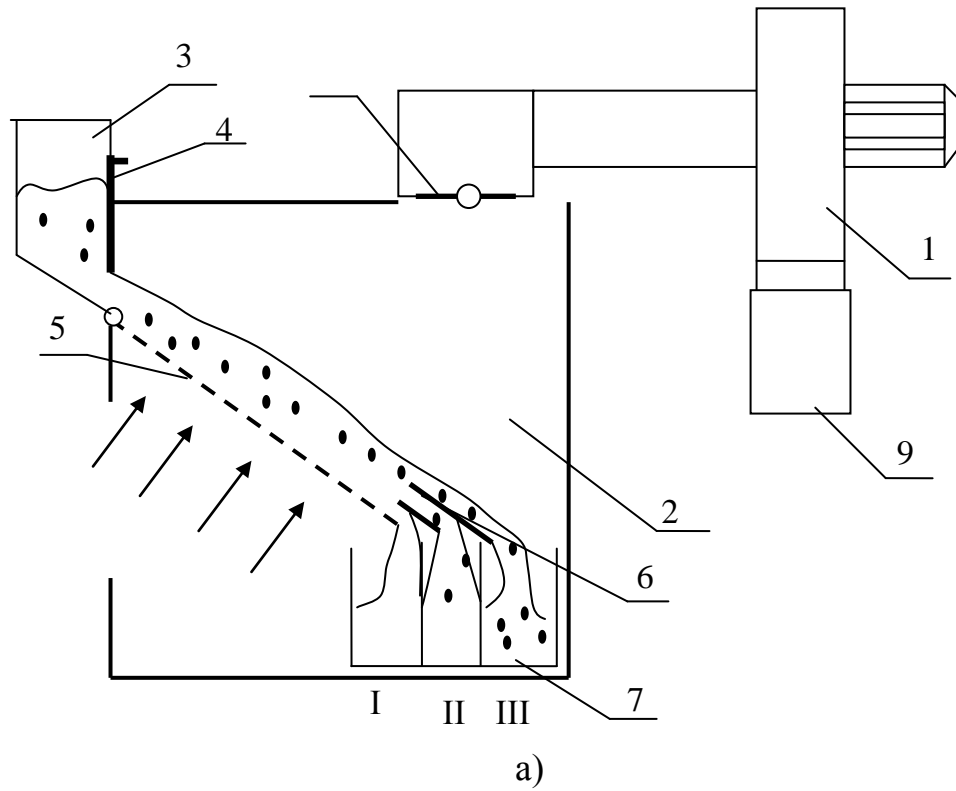


Рис.2 – Лабораторна установка для визначення параметрів повітропроникної поверхні:
 а) - схема; б) – загальний вигляд

Лабораторна установка працює наступним чином. Підготовлена ЗС певної ваги (навіска) засипається до завантажувального бункера 3. Включається вентилятор 1, який всмоктує повітря від повітрозаборних вікон через повітропроникну поверхню 5. За допомогою заслінки 4 регулюється подача (завантаження) зернової суміші на повітропроникну поверхню.

Шар зернової суміші певної висоти рухається по повітропроникній поверхні 5. Перпендикулярно до напрямку руху шару зернова суміш пронизується повітряним потоком, який проходить через отвори поверхні. Швидкість повітряного потоку над повітропроникній поверхні регулюється за допомогою заслінки 8. За рахунок повітряного потоку частинки легких домішок перерозподіляються у шарі і направляються до верхніх підшарів.

Одним з основних параметрів, що впливають на ефективність розділення ЗС у вертикальному повітряному потоку, є початкова швидкість вводу зернового матеріалу. До того швидкість руху ЗС по повітропроникній поверхні (рис.2, поз.5) буде безпосередньо впливати на швидкість ефективність розшарування на розробленому пристрої. Урахування кута нахилу поверхні, і як наслідок питомого завантаження пневмоканалу є актуальним завданням щодо підвищення ефективності пневмосепаруючих пристроїв.

Величина w_0 залежить від висоти h (рис.3) вільного падіння зерна на скатну поверхню, шляху s руху зерна по ній, кута нахилу φ площини до горизонту і коефіцієнту тертя f зерна по матеріалу скатної поверхні.

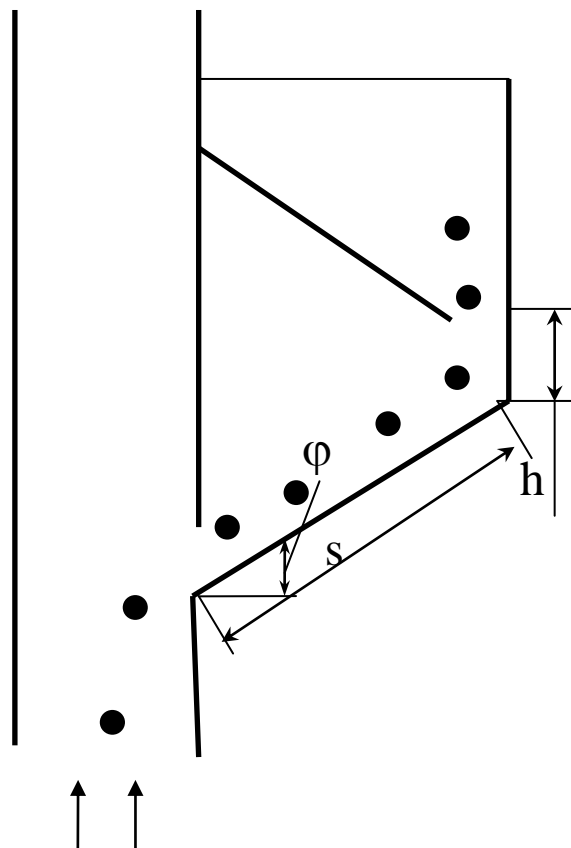


Рис.3 - Схема подачі зернової суміші у вертикальний пневмосепаруючий канал

Тоді, початкова швидкість w_0 дорівнює:

$$w_0 = \sqrt{2gs(\sin\varphi - f \cos\varphi) + v_0^2}, \quad (1)$$

де: $v_0 = \sin\varphi\sqrt{2gh}$.

Висоту вільного падіння зерна та довжину поверхні обрано виходячи з особливостей конструкції аспіраційної системи серійних сепараторів КБС та прийнято $h=0,05\dots0,15$ м (табл.1).

Слід зауважити, що збільшення довжини поверхні позитивно впливає на процес розшарування ЗС. Але при цьому збільшується металоємність (за рахунок збільшення габаритних розмірів) та енергоємність пневмосепаруючого пристрою (за рахунок збільшення об'єму повітря що проникає через поверхню). Тому виходячи з габаритних розмірів серійних сепараторів приймаємо $s=0,3\dots0,5$ м.

Аналізом існуючих конструкцій живильних пристроїв повітряних та повітряно-ситових сепараторів [6-10], визначено що кут нахилу скатної поверхні перед входом до вертикального каналу обрано 45^0 (сепаратори ПОП-5, ПДП-10 та інші) та 37^0 (ЗС-3, ЗС-5, ЗПС-10, ЗА-40 та інші). Але слід зауважити, що збільшення кута нахилу скатної поверхні веде до збільшення швидкості руху зернового матеріалу по поверхні. Для проведення досліджень приймаємо діапазон варіювання куту нахилу $34\dots45^0$ (табл.1).

Коефіцієнт тертя зернового матеріалу по сталі для різних культур приймаємо $f=0,5$ [11].

Таблиця 1 - Параметри скатної поверхні

Висота вільного падіння зерна h , м	Шлях (довжина поверхні) s , м	Середній кут нахилу поверхні φ , град	коефіцієнту тертя f зерна по поверхні	швидкість руху ЗС w_0 , м/с
0,1	0,4	40	0,5	1,7

Використавши (1) та вихідні данні (табл.1) середня швидкість руху ЗС дорівнює $w_0=1,7$ м/с.

Визначив швидкість руху частинок ЗС по поверхні встановлюємо продуктивність пневмосепаруючого пристрою за формулою:

$$Q = 3,6 A \rho w_0 k, \quad (2)$$

де: A – площа поперечного перетину шару ЗС,

$$A = a v,$$

де: a – довжина серійної конструкції пневмосепаруючого каналу сепаратору КБС $a=1,59$ м,

v – товщина шару зернового матеріалу, м;

ρ – щільність зернового матеріалу (табл.2);

w_0 – швидкість руху зернового матеріалу, м/с,

k – коефіцієнт, що ураховує опір руху рифлями та дію повітряного потоку на повітропроникній поверхні, $k=0,8$.

Щільність зернового матеріалу відрізняється в залежності від культури, сорту, природно-кліматичних умов та агротехнологій. Для досліджень приймаємо самі розповсюджені с.г. культури, які вирощуються на Україні [12] (табл.2).

Таблиця 2 – Насипна щільність с.г. культур (кг/м³)

Культура	Мінімальна	Максимальна
соняшник	260	440
кукурудза	600	820
пшениця	750	850
ячмінь	600	750

Результати продуктивності пневмосепаруючого каналу при різній товщині шару представлені на рис.4.

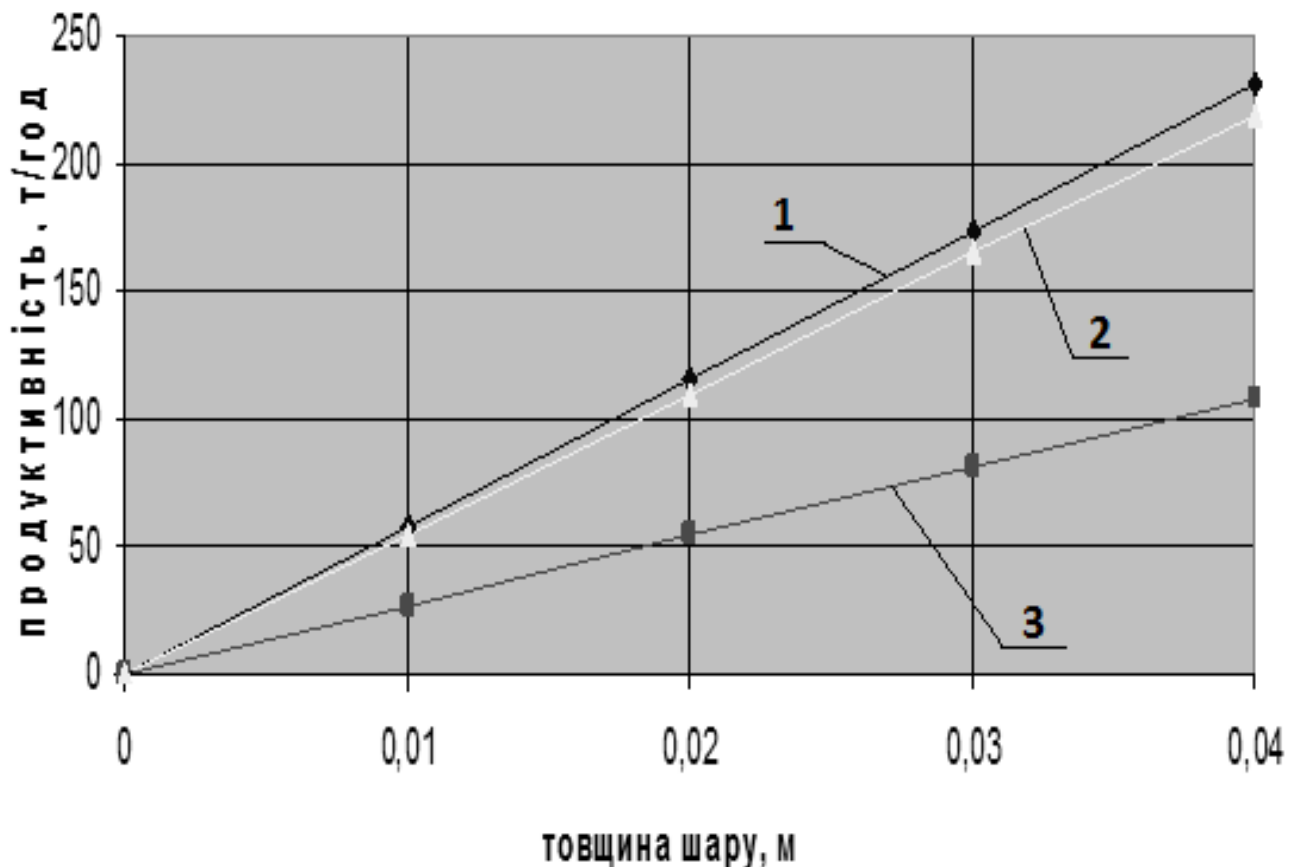


Рис. 4 – Залежність продуктивності пневмосепаруючого пристрою від товщини шару зернового матеріалу: 1- пшениця, 2 - кукурудза, 3 - соняшник

Для зручності проведення досліджень на корпусі нанесена шкала (рис.5) та встановлено механізм регулювання нахилу повітропроникної поверхні.

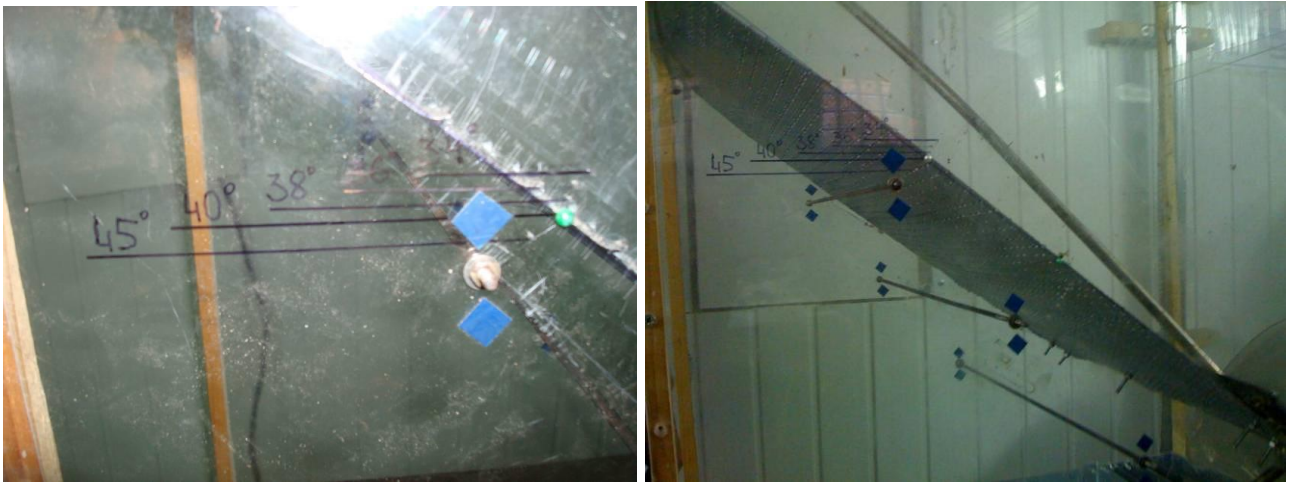


Рис.5 – Встановлення куту нахилу повітропроникної поверхні

Параметри висота падіння зерна та довжина поверхні змінювалися шляхом перестановки або заміни повітропроникних поверхонь.

Висновки. Таким чином, для визначення ефективності розшарування ЗС на повітропроникній поверхні розшаруючого пристрою, вибору її типу та оптимізації її параметрів встановлено наступні діапазони варіювання: куту нахилу поверхні $34...45^{\circ}$, висоти вільного падіння зерна $h=0,05...0,15$ м, довжини повітропроникної поверхні $s=0,3...0,5$ м, товщини шару для різних с.г. культур.

Список використаних джерел

1. <http://kmzindustries.ua/catalog/read/syeparatory-kbs>.
2. Способ повышения эффективности пневмосепарирования зерновых смесей в пневмосепарирующих устройствах / Тищенко Л.Н., Харченко С.А., Борщ Ю.П., Абдуев М.М. // Вісник ХНТУСГ «Механізація сільськогосподарського виробництва», 2014. – Вип.148. – С.150-159.
3. Харченко С.А. Моделирование динамики псевдооживленной зерновой смеси по наклонной чешуйчатой поверхности пневмосепарирующих устройств / Харченко С.А., Борщ Ю.П. // Вестник БГАТУ: МНПК «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК», 2014. – секция.2. Инновационные технологии в АПК. – С. 239 - 251.
4. Харченко С.А. К моделированию процесса расслоения псевдооживленной зерновой смеси на воздухопроницаемой скатной плоскости типа “чешуйчатое” решето / Харченко С.А., Борщ Ю.П. // MOTROL «Motorization and power industry in agriculture». – Poland: Lublin-Kharkiv, 2014. – Vol.16, №7. – С.17 - 23.
5. Харченко С.А. Математическая модель расслоения псевдооживленной зерновой смеси на воздухопроницаемой скатной плоскости типа “чешуйчатое” решето / Харченко С.А., Борщ Ю.П. // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2014. – Вип.14. Т.2. - С.86 - 91.

6. Ямпиров С.С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортирования зерна и семян. – Улан - Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. - 262 с.
7. Машины, агрегаты та комплексы для післязбиральної обробки і зберігання зернових культур: посібник / [Колектив авторів]; за ред. В.І. Кравчука. – Дослідницьке: УкрНДПВТ ім.Л.Погорілого, 2011. – 224 с.
8. Зерноочистка – состояние и перспективы. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 204 с.
9. Бурков А.И., Коньшев Н.Л., Рошин О.П. Машины для послеуборочной обработки семян трав. – Киров: ВНИИСХ Северо-Востока, 2003. - 208 с.
10. Гольпяпин В.Я., Федоренко В.Ф. и др. Машины и оборудование для послеуборочной обработки зерна: Каталог. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 204 с.
11. Бушуев Н.М. Семеочистительные машины. Теория, конструкция и расчет / Н.М. Бушуев. – Москва-Свердловск: Машгиз, 1962. – 238 с.
12. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>.

Аннотация

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАЗРАБОТАННОГО ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЗЕРНОВЫХ СЕПАРАТОРОВ

Харченко С.А., Борщ Ю.П., Слипченко М.В.

В статье определены методы и представлены результаты экспериментальных исследований по определению диапазонов варьирования параметров процесса пневмосепарирования зерновых смесей.

Abstract

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF VENTILE SURFACES OF THE DESIGNED PNEUMO SEPARATING DEVICE OF GRAIN SEPARATORS

S. Kharchenko, Y. Borsch, M. Slipchenko

The article defines the methods and results of experimental researches to determine the ranges of variation of the process parameters of pneumatic separation of grain mixes.