

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ ПРИ ВВЕДЕННІ В НЬОГО ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ

Сергій Степаненко¹, к. т. н., Борис Котов², д. т. н.

¹Національний науковий центр

«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»,
вул. Вокзальна, 11, смт Глеваха, Васильківський р-н, Київська обл., Україна,
e-mail: stepanenko_s@ukr.net,

²Подільський державний аграрно-технічний університет,
вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька область, Україна

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2018.01.047>

Постановка проблеми. Досить поширеними як в Україні, так і в інших країнах світу є повітряно-решітні зернові сепаратори з гравітаційними робочими органами, такими як плоскі коливальні, циліндричні обертові решета і вертикальні або похилі пневмосепарувальні канали, яким і притаманна обмеженість в інтенсивності сепарування, що значною мірою ускладнює створення на їх основі високопродуктивних сепараторів для очищення і сортування зернових матеріалів [1; 9].

Перспективою розвитку та застосування в сільськогосподарському виробництві сучасних високоефективних технічних засобів [1; 9; 16; 18; 21], а також комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і збереження зерна в господарствах України [1; 16; 20] є створення сучасних очисно-сушильно-зберігальних комплексів, що забезпечать прямиоточну обробку врожаю з доведенням до норм базисних кондицій відповідно до ДСТУ.

Наукові дослідження руху зернових сумішей з використанням відцентрових сил інерції, як найбільш ефективних, дозволили створити і впровадити у виробництво універсальні сепаратори продуктивністю від 15 до 100 т/год [13; 15; 23; 24], що стало основою для освоєння машинобудівним виробництвом ряду універсальних вібровідцентрових сепараторів типу БЦС.

У зазначених сепараторах застосовано інтеграцію робочих органів та спільне використання повітряних і решітних сепарувальних пристроїв у формі автономних зерноочисних блоків. Конструкційно-технологічну схему пневмосепарувального пристрою розробляли на базі проведених наукових досліджень [1; 9; 16; 18; 20; 21], що не дозволяє забезпечити збільшення продуктивності машини за необхідної якості первинного очищення зерна.

У зв'язку з викладеним, проблема розробки технічних засобів та теоретичного і механіко-технологічного обґрунтування технологічного процесу пневмовихрового сепарування в машинах первинного очищення зерна є актуальною, а її вирішення дасть змогу забезпечити такій техніці новий, вищий технічний рівень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У зернових сепараторах типу БЦС використовуються пневмовідцентрові пристрої [1; 6; 9; 10; 16; 18; 20; 21], при цьому процес сепарування не дозволяє забезпечити значного підвищення ефективності і якості сепарування [9; 20]. Автори [2; 5; 19] зазначають, що збільшення продуктивності за незмінних показників якості прямо або опосередковано пов'язані з конструкційними особливостями дозувальних пристроїв, ротаційних розкидачів і організації повітряних сепарувальних каналів.

Дослідженнями [6; 10; 24] дискового розкидача зерна для пневмосистеми з вертикальним кільцевим аспіраційним каналом (аналог зерноочисного блока БЦС) досягнуто деяке підвищення ефективності очищення зерна вібровідцентровим сепаратором за допомогою розробки пневмосепарувального каналу з вертикальним кільцевим аспіраційним каналом, розділеним перегородками [15; 23]. Збільшення продуктивності такою розробкою не досягнуто.

Дослідження [7; 13; 14; 19] спрямовані на підвищення ефективності сепарування в пневмовідцентрових пристроях, якими досягнуто підвищення якості сепарування зернової суміші за рахунок конструкційних особливостей відцентрових решіт. Однак результати вказаних досліджень не підтвердили можливості використання запропонованих конструкцій пневмосепарувальних пристроїв на відцентрових сепараторах.

У результаті досліджень [9; 16; 19–21] розроблена конструкційно-технологічна схема вихрової аспіраційної камери до сепараторів типу БЦС, яка забезпечує підвищення ефективності сепарування за рахунок таких чинників: поєднання ротаційного розкидача та обмежувальних стінок кільцевого пневмосепарувального каналу з вихровим висхідним повітряним потоком [13; 14], використання вихрового висхідного повітряного потоку [9].

Постановка завдання. Метою дослідження є підвищення питомої продуктивності, ефективності фракціонування зернових сумішей на відцентрових сепараторах унаслідок інтенсифікації руху повітряних потоків та розробки нового пневмовихрового сепарувального пристрою.

Виклад основного матеріалу. З використанням механіко-математичних методів [4; 6; 8; 11; 20; 24] проведені розробки і дослідження [3; 4; 7–9; 12; 14; 16; 18–21], що дозволили обґрунтувати конструкційно-технологічну схему зерноочисного модуля універсального сепаратора зерна нового покоління та обґрунтувати пневмовихровий спосіб і конструкцію пристрою для сепарування зернових сумішей, що забезпечує необхідне кероване завантаження (продуктивність) модуля і рівномірність розподілу зернової суміші в пневмовихровому повітряному потоці за рахунок нової конструкції ротаційного розкидача.

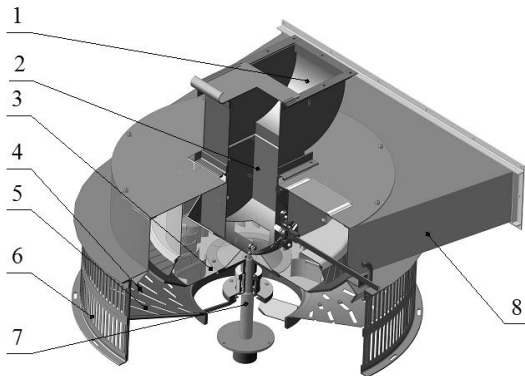


Рис. 1. Загальний вигляд пневмовихрового сепарувального пристрою [13; 14]:

1 – завантажувальний зернопровід; 2 – дозувальний пристрій; 3 – розкидач зернової суміші; 4 – стінка пневмоканалу; 5 – жалюзійний конус; 6 – жалюзійна циліндрична стінка; 7 – вал ротора сепаратора; 8 – кожух

Fig. 1. General view of the pneumatic-vortex separation device [13; 14]:

1 – loading grain lines; 2 – dosing device; 3 – spreader of grain mix; 4 – the wall of the air channel; 5 – louver cone; 6 – louver cylindrical wall; 7 – separator rotor shaft; 8 – casing

У результаті проведених досліджень [9; 19; 20] створена конструкція пневмовихрового пристрою, принципова схема якого подана на рис. 1 і 2. Сутність технологічного процесу цього пристрою така: зернова суміш крізь завантажувальний зернопровід 1 при відкритті шиберів дозувального пристрою 2 надходить самопливом на центр ротаційного розкидача 3, який закріплений на валу 7 решітного ротора сепаратора, що обертається з оптимальною (для решітної системи) швидкістю ω .

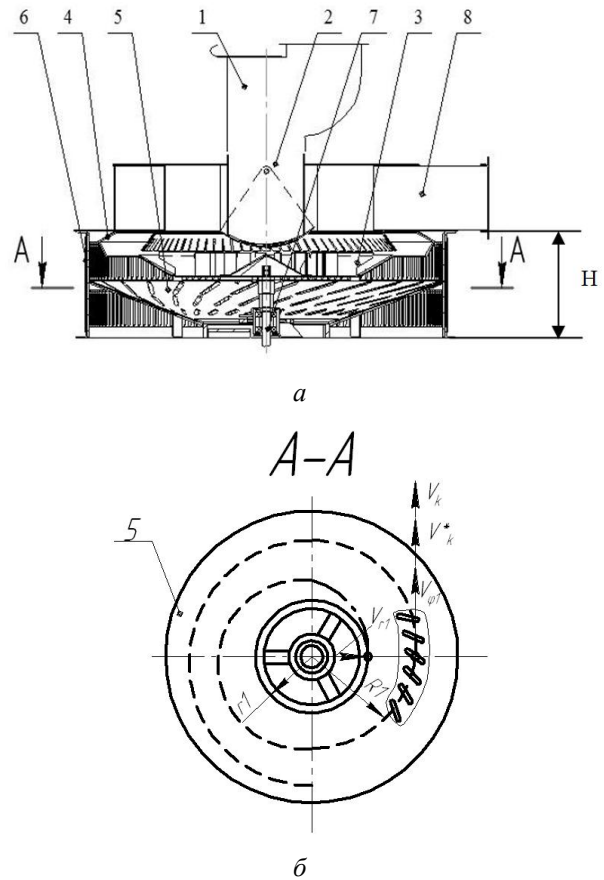


Рис. 2. Конструкційна схема пневмовихрового сепарувального пристрою [13; 14] (а) та розрахункова схема руху вихрового повітряного потоку (б):

1 – завантажувальний зернопровід; 2 – дозувальний пристрій; 3 – розкидач зернової суміші; 4 – стінка пневмоканалу; 5 – жалюзійний конус; 6 – жалюзійна циліндрична стінка; 7 – вал ротора сепаратора; 8 – кожух

Fig. 2. Design scheme of the pneumatic-vortex separation device [13; 14] (a) and calculation scheme of the movement of the vortex air stream (b):

1 – loading grain mill; 2 – dosing device; 3 – spreader of grain mix; 4 – the wall of the air channel; 5 – louver cone; 6 – louver cylindrical wall; 7 – separator rotor shaft; 8 – casing

Ротаційний розкидач 3 подає зернову суміш рівномірним шаром заданої товщини, яка визначається кількістю надходження її крізь вікно дозувального пристрою 2, у пневмосепарувальний канал, обмежений зовнішньою стінкою 4. Вхід повітря у вікна жалюзійної 5 і конічної 6 стінок відбувається в напрямі обертання ротаційного розкидача 3 зернової суміші, що створює повітряний висхідний вихровий потік.

У результаті взаємодії частинок зернової суміші з повітряним потоком відбувається поділ суміші: легкі частинки виносяться за межі повітряного каналу, а важкі (повноцінні зерна основної культури) відбиваються від стінки 4 пневмоканалу і спрямовуються на поверхню жалюзійного конуса 5, який виконує подвійну функцію: створення основи пневмовихрового потоку повітря і аеродинамічного транспортування важкої фракції до центру.

Лінійна швидкість зернової суміші і кути напряму її введення в пневмовихровий канал щодо осей циліндричної системи координат $O\rho\theta z$ визначаються за допомогою обчислень під час розв'язання системи диференціальних рівнянь [9].

З раніше розглянутих літературних джерел [11; 17; 22] відомо, що в обертальному русі навколо осі вихрової аспіраційної камери частинки зернової суміші, які потрапляють в аспіраційну камеру крізь дозувальний пристрій, залучаються в обертаний рух у вихровій камері за рахунок енергії повітряного потоку. При цьому радіальна складова швидкості повітряного потоку на різному радіусі вихрової аспіраційної камери залишається практично постійною. Такий висновок можливо зробити з припущення, що витрата повітря крізь вихрову камеру залишається незмінною і після введення зернової суміші крізь дозувальний пристрій у вихрову аспіраційну камеру. Радіальна складова є витратною складовою повітряного потоку, а її величина залишається незмінною. Такий висновок випливає і з розглянутих результатів аналітичного розв'язку рівняння руху в'язкої рідини [2; 11; 17; 19; 22].

З іншого боку, вираз для визначення радіальної складової швидкості повітряного потоку V_{r1} можливо записати через об'ємну витрату повітря у вихровій аспіраційній камері:

$$V_{r1} = \frac{Q_g}{2\pi r H}, \quad (1)$$

де Q_g – об'ємна витрата повітря, $\text{м}^3/\text{с}$; H – висота вихрової аспіраційної камери, м; r – радіус вихрової камери, м.

Отриманий вираз є тотожним за сталої висоти вихрової аспіраційної камери H , яку в разі

непаралельності торцевих напрямних кришок аспіраційної камери слід приймати як змінну величину.

Скориставшись отриманими раніше рівняннями [11; 17; 22] для визначення колової швидкості повітряного потоку після введення в нього зернової суміші, маємо:

$$V_k^* = V_k - \left(\frac{l_1}{g_1} \right) W_k, \quad (2)$$

де l_1 та g_1 – масові значення навантажень по зернової суміші та повітряній фазі відповідно, $\text{м}^3/\text{с}$; W_k – колова швидкість зернової суміші, $\text{м}/\text{с}$;

V_k^* – колова швидкість повітря за наявності в ньому зернової суміші, $\text{м}/\text{с}$; V_k – колова швидкість повітря, $\text{м}/\text{с}$.

Підставивши в отримане рівняння (2) значення колової швидкості для повітряного потоку, отримаємо таку залежність:

$$V_k^* = V_k - \left(\frac{r Q W_k}{r_t Q_t} \right) \times \frac{V_{j1}}{(2e + V_{r1} R_1) r} \times \left(R_1^2 V_{r1} + e R_1 + e R_1 \frac{V_{r1} R_1 + e}{r} \frac{V_{r1} R_1 + e}{r} \right), \quad (3)$$

де e – коефіцієнт в'язкості турбулентного потоку, $\text{Па}\cdot\text{с}$; ρ – густина зернової суміші, $\text{кг}/\text{м}^3$; ρ_t – густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$; Q , Q_t – об'ємна витрата зернової суміші та повітря відповідно, $\text{м}^3/\text{с}$; R_1 – радіус розташування тангенціальних щілин для введення повітряного потоку на конусній частині вихрової камери, м; V_{r1} – радіальна швидкість повітря на вході у вихрову камеру, $\text{м}/\text{с}$; $V_{\phi 1}$ – колова швидкість повітря на радіусі R_1 , $\text{м}/\text{с}$.

З рівняння (3) видно, що колова швидкість повітряного потоку після введення в нього зернової суміші залежить від співвідношення навантажень у різних фазах та характерної для потоку зернової суміші швидкості поодиноких часток на розглянутому радіусі вихрової аспіраційної камери R_1 .

Залежність колової швидкості повітряного потоку після введення в нього зернової суміші має достатньо складний вигляд. Це пов'язано насамперед із тим, що визначення швидкості поодиноких часток зернової суміші на будь-якому радіусі вихрової камери залежить від низки факторів, таких як міделевий переріз часток, в'язкість повітряного потоку, значення колової швидкості поодинокій частки зернового матеріалу, початкові значення колової швидкості повітряного потоку на певному радіусі вихрової камери, з яким взаємодіє повітряний потік.

Окрім того, значення колової швидкості зернової суміші та повітряного потоку залежать також від радіальної складової швидкості, що зрозуміло з аналізу рівняння (4), яке, по суті, є частиною рівнянь системи, що описує рух поодиноких часток зернової суміші в циліндричній системі координат у коловому напрямі:

$$\frac{d}{dt}W_f(t) = -\frac{W_f(t)W_r(t)}{r} + \frac{1}{8} \frac{j p r_c d_c^2 (V_f(t) - W_f(t))}{m}, \quad (4)$$

де ϕ – коефіцієнт опору поодинокій частки зернової суміші; d_c – діаметр поодинокій частки зернової суміші, м; m – маса виділеного об'єму, кг; r – поточне значення радіуса вихрової камери, м; $V_f(t)$ – колова швидкість повітря на радіусі r_1 , м/с; $W_f(t)$ – колова швидкість повітряного потоку та зернової суміші на радіусі r_1 , м/с; $W_r(t)$ – радіальна швидкість повітряного потоку та зернової суміші на радіусі r_1 , м/с.

Для розв'язку рівняння (4) була побудована модель руху повітряного потоку при введенні в нього зернових сумішей у прикладному програмному середовищі та отримано числовий розв'язок цього рівняння (рис. 3).

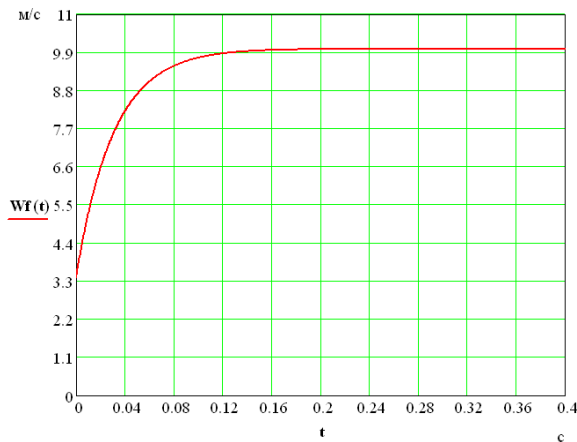


Рис. 3. Залежність зміни колової швидкості частки діаметром 2 мм

Fig. 3. Dependence of the change in the velocity of a particle with a diameter of 2 mm

Як видно з рівняння (4), колова швидкість поодинокій частки зернової суміші в повітряному потоці залежить від колової швидкості повітряного потоку, з яким взаємодіє частка зернового матеріалу. Колова швидкість повітряного потоку, з яким взаємодіє частка зернового матеріалу, у свою чергу залежить від питомого навантаження зернового матеріалу на аспіраційний канал вихрової камери (рис. 2, а).

На рис. 3 наведена залежність зростання швидкості руху зернівки у вихровому потоці повітря від часу для колових швидкостей повітряного потоку, рівних 10 м/с, радіальної складової швидкості повітряного потоку, що дорівнює 1,3...0,4 м/с, за таких параметрів відбувається розщеплення часток зернової суміші на радіусі, який відповідає радіусу патрубка відведення засміченого повітря з вихрової камери, рівному 0,5 м. З отриманого графіка можна зробити висновок про достовірність раніше висловлених припущень про практично миттєве залучення часток після розгалуження струменів у зоні максимальних колових швидкостей повітряного потоку в обертальний рух зі швидкостями, які співмірні зі швидкостями повітряного потоку. Так, наприклад, для наведених вище умов час залучення зернівки в обертальний рух зі швидкостями, достатніми для створення поля відцентрових сил, що захоплюються повітряним потоком від центру до периферії, становить 0,4 с.

Отже, взаємозв'язок впливів на частку ставить досить складну задачу для визначення швидкості зерно-повітряного потоку вздовж радіуса вихрової аспіраційної камери, особливо для розрахунку сил опору в'язкого повітряного потоку і відцентрових сил, які діють на поодинокую частку зернового матеріалу в результаті її обертання навколо осі вихрової аспіраційної камери.

Аналіз співвідношень цих сил у будь-якій точці вздовж радіуса вихрової аспіраційної камери, починаючи від місця введення зернової суміші в повітряний потік та відокремлення в ньому легкої фракції відповідного розміру і аж до місця виведення легкої фракції з вихрової камери (тобто досягнення периферії камери), дає змогу досить чітко визначити умови стабільної роботи вихрової аспіраційної камери з точки зору здійснення постійного руху вихрового потоку частинок зернового матеріалу та вихрового повітряного потоку.

Висновки. На основі теоретичних досліджень визначена можливість поділу частинок зернового матеріалу на фракції за аеродинамічними властивостями (цілі зернівки, легкі домішки) у вихровій аспіраційній камері вібровідцентрового сепаратора.

Отримані спрощені математичні моделі руху компонентів зернового матеріалу в повітряних вихрових потоках з конічним каналом, що дають змогу визначити раціональні значення швидкості та часу взаємодії вихрового повітряного потоку та засміченого зернового матеріалу, на базі яких

можна обґрунтувати конструкційні параметри вихрової аспіраційної камери.

Використання вихрового повітряного потоку в конічному каналі як розділяючого носія дозволяє значно збільшити розщеплення траєкторій і критерій поділу зерна на фракції.

Бібліографічний список

1. Адамчук В. В., Прилуцький А. Н., Зариш-няк А. С., Степаненко С. П. Концепція перспективи комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідом. темат. наук. зб. Глеваха, 2014. Вип. 99, т. 1. С. 40–56.*
2. Барский М. Д. Фракционирование порошков. Москва: Недра, 1980. 327 с.
3. Васильковський М. І., Гончарова С. Я., Лещенко С. М. Обґрунтування параметрів сепарації зерна в похилому повітряному потоці. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвідом. наук.-техн. зб. Кіровоград: КНТУ, 2007. Вип. 37. С. 132–137.*
4. Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. Москва: Колос, 1980. 304 с.
5. Дринча В. М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2006. 384 с.
6. Ермак В. П. Концепція аеродинамічної сепарації насіння сільськогосподарських культур та засоби її реалізації: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Тернопіль, 2009. 39 с.
7. Злочевский В. Л., Терехова О. Н. Повышение технологической эффективности пневмофракционирования зерновых масс. *Хранение и переработка зерна. 2004. № 5(59). С. 38–40.*
8. Колодій О. С. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пневмогравітаційного сепаратора насіння соняшника: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. Мелітополь, 2015. 23 с.
9. Котов Б. І., Калініченко Р. А., Степаненко С. П. та ін. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентиляція, охолодження): монографія. Ніжин: ПП Лисенко М. М., 2017. 552 с.
10. Кошулько В. С. Тенденции развития технологических и технических средств для сепарации зерновых материалов. *Хранение и переработка зерна. 2014. № 2 (179). С. 22–24.*
11. Кучеренко С. І., Ольшанський В. П., Ольшанський С. В., Тіщенко Л. М. Балістика крапель, які випаровуються при польоті. Харків: ХНТУСГ, 2007. 203 с.
12. Нестеренко О. В. Обґрунтування параметрів пневмосепаруючого каналу з багаторівневим введенням зернового матеріалу: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. Кропивницький, 2017. 21 с.
13. Сепаратор зерна: пат. №60985 Україна: МПК В07В1/00. № U 2010 04775; заявл. 21.04.2010; опубл. 11.07.2011, Бюл. № 13. 3 с.
14. Сепаратор зерна пневмовідцентровий: пат. № 119186 Україна: МПК (2006.01) В07В 1/28. № u 2017 041129; заявл. 25.04.2017; опубл. 11.09.2017, Бюл. № 17. 3 с.
15. Сліпченко М. В. Обґрунтування параметрів процесу і розробка пневмосепаруючого пристрою вібровідцентрових зернових сепараторів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. Харків, 2013. 20 с.
16. Степаненко С. П. Дослідження процесу пневматичної сепарації насіння в кільцевому зигзагоподібному сепараторі. *Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. Вип. 75, т. 1: Механізація сільськогосподарського виробництва. Харків: ХНТУСГ, 2008. С. 59–65.*
17. Степаненко С. П., Котов Б. І. Дослідження закономірностей руху компонентів зернового матеріалу під час пневмогравітаційного фракціонування у вертикальному каналі. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодерж. зб. Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ». 2018. Вип. № 7 (106). С. 82–89.*
18. Степаненко С. П., Котов Б. І., Спірін А. В. До питання математичного опису руху вимолоченого насіння в кільцевому каналі змінного перерізу. *Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. Вип. 180: Механізація сільськогосподарського виробництва. Харків: ХНТУСГ, 2017. С. 330–339.*
19. Степаненко С. П., Котов Б. І., Швидя В. О., Коваль Ю. Г. До теорії розділення зерна в повітряному потоці. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвідом. наук.-техн. зб. Кіровоград: КНТУ, 2009. Вип. 39. С. 54–62.*
20. Степаненко С. П., Прилуцький А. Н., Коваль Ю. Г. До обґрунтування шляхів підвищення інтенсифікації процесу і конструкційної схеми пневмосепаруючої частини вібровідцентрового сепаратора зерна. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідом. темат. наук. зб. Глеваха, 2010. Вип. 94. С. 216–219.*
21. Степаненко С. П., Швидя В. О., Попадюк І. С. Аналіз розвитку конструкцій пневмосепаруючих систем сепараторів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодерж. зб. Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2017. Вип. 5 (104). С. 132–142.*
22. Ушаков С. Г., Зверев Н. И. Инерционная сепарация пыли. Москва: Энергия, 1974. 168 с.
23. Швидя В. О. Підвищення ефективності пневмовідцентрового сепаратора та обґрунтування параметрів робочих органів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. Глеваха, 2012. 18 с.
24. Шилин В. В. Повышение эффективности очистки зерна виброцентробежным сепаратором путем разработки пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Киров, 2004. 20 с.

Степаненко С., Котов Б.

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ
ПРИ ВВЕДЕННІ В НЬОГО ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ**

У статті викладено теоретичні дослідження технологічного процесу пневмовихрового сепарування зернових сумішей, що дає змогу визначити кінематичні параметри зерноочисного пневмовібровідцентрового сепаратора продуктивністю 25 ... 50 т/год на первинному очищенні зерна пшениці зі забезпеченням якісних показників відповідно до ДСТУ 3768:2010 і посівних якостей насіння відповідно до РН-1-3 ДСТУ 2240-93 при продуктивності 10 ... 20 т/год. Пневмовихровий спосіб і конструкція пристрою для сепарування зернових сумішей забезпечують необхідне кероване завантаження модуля, продуктивність і рівномірність розподілу зернової суміші в пневмовихровому повітряному потоці за рахунок нової конструкції ротаційного розкидача та дозувального пристрою.

Отримано аналітичний вираз для визначення радіальної швидкості руху частки у пневмовихровому потоці, а також диференціальне рівняння руху пневмовихрового потоку зі зерною сумішшю. Розв'язок цього диференціального рівняння у вигляді графічної залежності колової швидкості руху частки у пневмовихровому потоці від часу одержано за допомогою моделювання. Розв'язок диференціального рівняння дав змогу визначити умови стабільної роботи вихрової аспіраційної камери при здійсненні постійного руху вихрового потоку частинок зернового матеріалу та вихрового повітряного потоку.

Встановлено, що застосування процесу пневмовихрового сепарування зернових сумішей за використання у конструкціях вібровідцентрових сепараторів дає можливість підвищити його продуктивність порівняно з продуктивністю відомих промислових сепараторів і на його основі створити нові універсальні пневмовібровідцентрові сепаратори продуктивністю 50, 100 і 200 т/год.

Ключові слова: теоретична залежність, зернова суміш, дозування, сепарування, розподілення, ефективність, продуктивність, травмування, якість, колова швидкість, радіальна швидкість.

Stepanenko S., Kotov B.

**THEORETICAL INVESTIGATIONS OF THE AIR FLOW
OF THE MOVEMENT IN ITS GRAIN MIXTURES**

The article presents the theoretical researches on the technological process of pneumoviral separation of grain mixtures, which makes it possible to determine the design-kinematic and technological parameters of the grain-cleaning centrifugal separator with a productivity of 25...50 tons per hour on the initial purification of wheat grain with the provision of quality indicators in accordance with DSTU 3768: 2010 and seed yields, respectively, RN-1-3 DSTU 2240-93 with a productivity of 10...20 tons per hour. Pneumatic seeding method and design of the device for separation of grain mixtures provide the necessary controlled loading (productivity) of the module and the uniform distribution of the grain mixture in the pneumatic air flow due to the new design of the rotary spreader and dosing device. An analytical expression is obtained for determining the radial velocity of the particle motion in the pneumoviral flow, as well as the differential equation of motion of the pneumoviral flow with the grain mixture. The solution of this differential equation, obtained in the form of graphical dependence of the velocity of the particle motion in the pneumoviral flow from time to time by simulation. The solution of the differential equation made it possible to determine the hydrodynamic conditions of the stable operation of the vortex aspiration chamber when a constant countercurrent motion of the vortex flow of particles of grain material and vortex air flow was made. The conducted studies confirm the possibility of intensifying the grain mix separation process in a vortex aspiration chamber, and theoretical studies and mechano-technological substantiation of operations make it possible to determine the technological and structural elements of such devices. It was established that the application of the process of pneumoviral separation of grain mixtures when used in structures of vibrocentric separators makes it possible to increase its productivity by 1,5...2 times in comparison with the productivity of known industrial separators and on its basis create new universal centrifugal centrifugal separators with productivity of 50...200 tons per hour.

Key words: theoretical dependence, grain mix, dosage, separation, distribution, efficiency, productivity, injury, quality, circular speed, radial speed.

Стаття надійшла 07.11.2018