

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

АБДУЄВ МАГОМЕД МЕДЖИДОВИЧ

УДК 631.362

**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАТОРА З НАХИЛЕНИМ
ПОВІТРЯНИМ КАНАЛОМ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ЗЕРНОВИХ
СУМІШЕЙ**

Спеціальність 05.05.11 – машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ХАРКІВ – 2007

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка Міністерства аграрної політики України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент **Бакум Микола Васильович**, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, завідувач кафедри сільськогосподарських машин.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Пащенко Володимир Филімонович**, Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва, завідувач кафедри механізації і електрифікації сільськогосподарського виробництва;

кандидат технічних наук, доцент **Міняйло Анатолій Васильович**, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, доцент кафедри деталей машин і підйомно-транспортних машин.

Провідна установа: Національний науковий центр “Інститут механізації і електрифікації сільського господарства”, лабораторія післязбиральної обробки зерна, Міністерства аграрної політики, с.м.т. Глеваха.

Захист відбудеться “01” березня 2007 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.832.01 в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44

Автореферат розісланий “26” січня 2007 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О.Д. Черенков

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Повітряні потоки широко застосовуються для очищення зернових сумішей. Сортування за допомогою дії повітряних потоків здійснюється у досить обмежених обсягах.

Розділення компонентів суміші у нахиленому повітряному каналі має переваги у порівнянні з вертикальними. При застосуванні нахилоного повітряного каналу є можливість підвищити продуктивність процесу за рахунок збільшення швидкості повітряного потоку. Суттєвою перевагою нахилоного повітряного каналу є можливість розділення компонентів сумішей на кілька фракцій та регулювання їх якісного складу, але параметри таких сепараторів обґрунтовані недостатньо. Тому актуальною науково-прикладною задачею є дослідження технологічного процесу та обґрунтування параметрів пневматичного сепаратора з нахиленим повітряним каналом для очищення та сортування зернових сумішей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності: з Державною програмою “Виробництво технологічних комплексів машин і обладнання для агропромислового комплексу на період 1998-2005 р.р. Розділ 3 (п. 3.8). Техніка для післязбиральної обробки зерна”; з регіональною програмою “Найважливіші проблеми АПК на період 1996-2005 р.р.”; з комплексною темою 1–4 науково-дослідних робіт ХНТУСГ “Розробка та впровадження у виробництво машинно-технологічних систем для механізованого виробництва сільськогосподарської продукції на основі енергозберігаючих екологічно безпечних технологій та технічних засобів для різних форм господарювання” (ДР № 0100 U 005610, 2000-2005 р.р.).

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності процесу очищення та сортування зернових сумішей за рахунок пошуку оптимальних параметрів сепаратора з нахиленим повітряним каналом.

Для досягнення поставленої мети визначені такі завдання дослідження:

– виконати теоретичні дослідження руху частинок у нахиленому повітряному каналі з урахуванням змінних характеристик швидкості повітряного потоку, механіко-технологічних властивостей компонентів зернових сумішей та геометричних характеристик каналу;

– визначити основні параметри повітряного каналу за рахунок математичного моделювання руху частинок в каналі з керованим повітряним потоком ;

– виконати експериментальні дослідження закономірностей впливу нерівномірності повітряного потоку по висоті нахилоного каналу на

ефективність процесу сепарації;

– обґрунтувати параметри та режими процесу сепарації зернових культур розробленим пневматичним сепаратором;

– виявити вплив вологості суміші на характеристики ефективності сепаратора;

– виконати порівняльні випробування розробленого сепаратора з нахиленим повітряним каналом з сепаратором із вертикальним каналом, що випускається серійно;

– здійснити виробничі випробування експериментального зразка розробленого сепаратора з нахиленим повітряним каналом.

Об’єкт досліджень – процес сепарації зернових сумішей у нахиленому повітряному каналі з керованим повітряним потоком, зв’язок процесу з конструктивно-кінематичними параметрами сепаратора та механіко-технологічними властивостями зернових сумішей.

Предмет досліджень – обґрунтування параметрів пневматичного сепаратора з нахиленим каналом і керованим повітряним потоком для розділення зернових сумішей.

Методи дослідження: Теоретичні дослідження виконані з використанням положень механіки, математичного аналізу, теорії імовірності і математичного моделювання. Результати експериментальних досліджень оброблено методами математичної статистики з використанням ПЕОМ.

Наукова новизна одержаних результатів:

– для керування поділяючою здатністю та розрахунку параметрів пневматичного сепаратора за допомогою розробленої математичної моделі, в якій вперше врахована нова сукупність факторів, характерних для руху компонентів суміші в нахиленому повітряному каналі, визначена динаміка руху часток [1];

– вперше обґрунтована доцільність врахування впливу нерівномірності швидкості повітряного потоку по висоті каналу, як керованого фактору підвищення ефективності сепаратора з нахиленим повітряним каналом [4];

– виявлені нові закономірності впливу основних параметрів сепаратора з нахиленим каналом та керованим повітряним потоком на режими очищення та сортування компонентів зернових сумішей [3, 5, 6, 7].

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Наукові положення, висновки і рекомендації достатньо обґрунтовані та достовірні. Вони підтверджуються теоретичним обґрунтуванням та експериментальними дослідженнями з використанням чисельного моделювання на базі положень теоретичної механіки, теорії ймовірностей та математичної статистики з використанням комп’ютерних

технологій. Результати досліджень підтверджені виробничими випробуваннями розробленого пневматичного сепаратора.

Наукове значення роботи. Отримані нові наукові результати, які достатньо обґрунтовані і достовірні, мають велике значення для розвитку наукових знань при розв'язанні наукового завдання пневмосепарування зернових сумішей. Воно полягає в теоретично визначених можливостях керування повітряним потоком по висоті каналу для підвищення якості та продуктивності процесу сепарування. Встановлені нові закономірності зміни епюри швидкостей дозволяють прогнозувати розподіл значень швидкостей повітряних потоків для інших перерізів каналів з урахуванням фізико-технологічних властивостей зернових сумішей. Методологія визначення динаміки руху частинок розвиває теорії переміщення дискретних компонентів сумішей в повітряних потоках.

Практичне значення одержаних результатів. Для очищення і сортування зернових сумішей за різницею аеродинамічних характеристик їх компонентів розроблено конструкцію пневматичного сепаратора з нахиленим каналом і нерівномірним по його висоті повітряним потоком. Дослідний зразок пневматичного сепаратора з нахиленим повітряним каналом пройшов випробування у виробничих умовах дослідного поля “Центральне” ХНТУСГ ім. П. Василенка та дослідного господарства “Кутузівка” ІТ УААН на доочищенні та додатковому сортуванні зернових сумішей пшениці і ячменю, а його новизна підтверджена двома патентами України.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертації здобувачем отримані особисто. У наукових працях, виконаних у співавторстві, особистий внесок такий: [1, 4] – участь у розробці моделі, виконував обчислення та аналіз результатів; [2, 3, 5, 7–9] – участь у складанні методик виконання робіт, вимірах, обробці та аналізі результатів. Здобувач безпосередньо приймав участь у розробці конструкції дослідного зразка сепаратора, його виготовленні, роботах по впровадженню у виробництво результатів досліджень.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертації доповідалися: на міжнародній науково-практичній конференції (МНПК) “Стан і перспективи розвитку механізації сільського господарства на рубежі сторіч” (м. Київ, НАУ, 1999р.), на МНПК “Вібрації в техніці та технологіях” (м. Полтава, ПНТУ ім. Ю. Кондратюка і ПДАА, 2005р.), на ІХ МНПК “Проблеми сільськогосподарського виробництва на сучасному етапі і шляхи їх рішення” (Росія, г. Белгород, БГСА, 2005г.), на МНПК “Проблеми конструювання та експлуатації сільськогосподарської техніки” (м. Дніпропетровськ, ДДАУ, 2005р.), на щорічних науково-методичних конференціях і МНПК ХНТУСГ ім. П. Василенка (м. Харків,

1999-2005р.р.).

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковано у 8 наукових статтях фахових видань, у тому числі 1 – самостійно, і тезах міжнародної конференції. По темі дисертації одержано патенти України на винахід і на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 117 найменувань та додатків. Повний обсяг дисертації викладено на 296 сторінках комп'ютерного тексту (основна частина 154 сторінки), містить 39 рисунків, 22 таблиці та 5 додатків на 142 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, викладений зв'язок роботи з науковими програмами, сформульовані мета та основні завдання дослідження, наведена наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі “Аналіз стану питання та завдання дослідження” виконано аналіз способів і засобів повітряної сепарації, наведено огляд відомих досліджень вітчизняних і іноземних авторів.

Проведеним аналізом конструктивних рішень для сепарації зернових сумішей встановлено, що пріоритетним напрямком покращення технологічних показників роботи пневматичних сепараторів є використання розділення в нахиленому повітряному каналові.

Теоретичним дослідженням повітряної сепарації зернових сумішей присвячена велика кількість робіт. Практично у всіх роботах використовується математична модель руху матеріальної точки у турбулентному повітряному потоці на основі припущення Ньютона про те, що сила опору її рухові є пропорційною квадрату модуля її швидкості відносно повітряного потоку. Ця модель визначає характеристики руху компонентів зернової суміші при умові коректного знаходження коефіцієнту моделі, яким є коефіцієнт вітрильності.

Найбільш ґрунтовні результати досліджень з використанням цієї моделі отримані В.В. Гортинським і П.М. Заїкою. Ними виконані детальні обчислення характеристик руху матеріальної точки при дії різноманітних факторів. В.В. Гортинським досліджені характеристики руху у вертикальному повітряному потоці, П.М. Заїкою – характеристики руху у рівномірному нахиленому до горизонту повітряному потоці у просторових системах координат.

Обчислення характеристик руху, що виконані в цих роботах, не враховують закономірностей руху матеріальної точки у нахиленому

повітряному каналі. Необхідність розв'язання такої задачі зумовлена потребою визначення взаємозв'язку властивостей окремих частинок з конструктивними та аеродинамічними параметрами повітряного каналу, їх впливом на його поділяючу здатність, а також проектуванням експериментального зразка пневматичного сепаратора.

За результатами проведеного аналізу сформульовані мета та завдання дослідження.

У другому розділі “Теоретичні дослідження процесу розділення компонентів зернових сумішей у нахиленому повітряному каналі” виконано теоретичне дослідження, яке дозволило визначити доцільні області параметрів повітряного каналу для проектування розробленого сепаратора.

Критерії ефективності розділення компонентів суміші при виконанні теоретичних досліджень також пристосовані до можливостей застосування математичної моделі руху матеріальної точки у досліджуваному повітряному каналі.

При побудові моделі вважали, що повне розділення компонентів суміші має місце за умови:

$$\Delta x_k = x_{k\partial n} - x_{k\kappa x} \geq 0, \quad (1)$$

де Δx_k – поділяюча здатність каналу, якою є різниця між мінімальною координатою виходу частинок домішок з каналу $x_{k\partial n}$ (рис. 1) та відповідною максимальною координатою виходу зернин культури $x_{k\kappa x}$ у системі координат $x_k y_k$. Зазначені координати відповідають частинкам з граничними значеннями коефіцієнтів вітрильності компонентів суміші. Бажано мати $\Delta x_k \rightarrow \max$.

При моделюванні дотримувалися наступної низки обмежень. Траєкторія руху частинки не повинна перетинати верхньої стінки каналу, тобто повинна виконуватися умова $y_k \leq h_k$, де h_k – висота каналу. При $y_k \leq 0$ має місце вихід частинки з каналу.

Робоча довжина каналу не повинна перевищувати прийнятних, з точки зору габаритів, значень. Робочою називали довжину каналу, яка відповідала найбільшому значенню координати виходу частинок зерна культури з каналу, тобто відповідає такій умові – $x_{k\kappa x} \leq l_k$.

Напрямок траєкторії руху частинок зерна культури повинен знаходитися в таких межах $\frac{3}{2}\pi < \gamma_k < 2\pi$, щоб забезпечити потрапляння частинки до приймача.

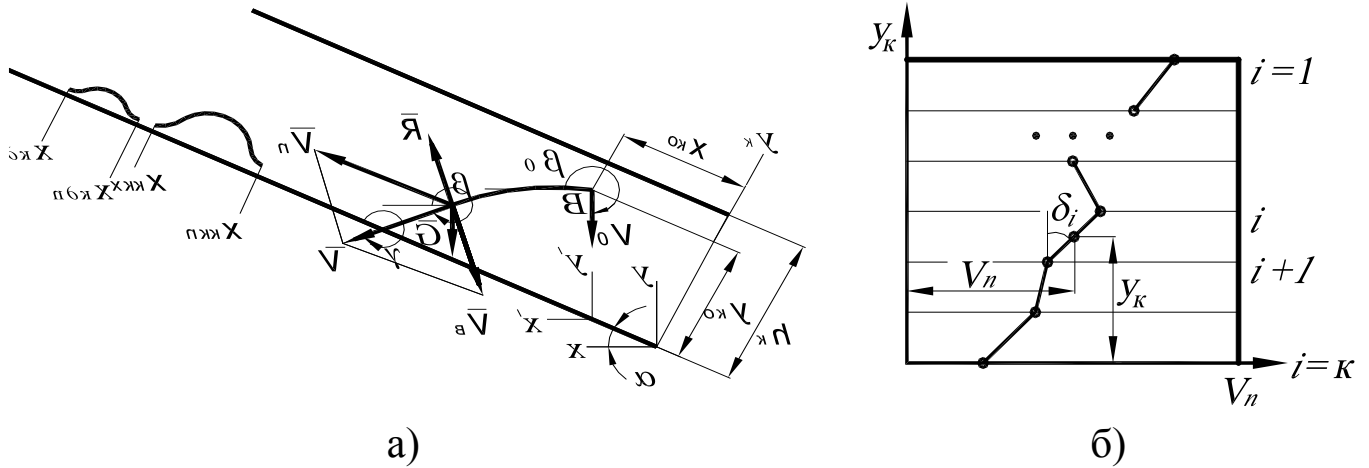


Рис. 1. Розрахункова схема до визначення характеристик руху частинки у нахиленому повітряному каналі: а) – повітряний канал, б) – епюра швидкості повітряного потоку

Під час технологічного процесу бажано прагнути до збільшення середньої швидкості транспортування частинок зерна культури $V_{k,cr}$, тому що зазначена характеристика опосередковано свідчить про можливість збільшення подачі суміші до каналу, тобто про його продуктивність.

Некерованими факторами, тобто умовами роботи, що впливають на рівні зазначених критеріїв, є коефіцієнти вітрильності k_g компонентів. Для розв'язання задачі достатньо оперувати тільки їх граничними значеннями. Під час виконання обчислень приймалися рівні, що відповідають типовим умовам післязбиральної обробки врожаю. Керованими приймалися такі параметри: α , h_k – кут нахилу та висота каналу; середня швидкість повітряного потоку – $V_{n,cr}$; модуль та напрямок швидкості подачі суміші до каналу – V_o , β_o ; кут нахилу епюри швидкості повітряного потоку по висоті каналу δ . Остання характеристика під час виконання обчислень приймалася у вигляді прямої лінії по всій висоті каналу.

На частинку, яка рухається у турбулентному повітряному потоці діють сили тяжіння \bar{G} та реакція повітряного середовища \bar{R} , модуль якої пропорційний квадрату відносної швидкості \bar{V}_g .

Для визначення характеристик руху потрібно мати функціональні залежності від часу зміни координат, швидкостей та прискорень відносно початку нерухомої системи координат xu . Зазначені характеристики знайдені після розв'язання системи рівнянь, отриманої у такому вигляді:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \dots \\ \ddot{x} &= \dots \\ \dot{y} &= \dots \\ \ddot{y} &= \dots \end{aligned} \quad (2)$$

де \dot{x} , \ddot{x} , \dot{y} , \ddot{y} – відповідно проекції швидкості та прискорення часток суміші на осі нерухомої системи координат xu ;

V_n – поточне значення швидкості повітряного потоку, яке визначається за такою залежністю:

$$V_n = V_{n,i} - (y_{\kappa,i} - y_{\kappa}) \operatorname{tg} \delta_i \quad (3)$$

де $V_{n,i}$ – задане значення швидкості повітряного потоку на рівні $y_{\kappa,i}$ висоти каналу;

y_{κ} – поточне значення висоти каналу;

Кут δ_i між напрямком лінії епюри швидкості повітряного потоку та напрямком осі y_{κ} визначається за виразом:

$$\operatorname{tg} \delta_i = \frac{V_{n,i} - V_{n,i+1}}{y_{\kappa,i} - y_{\kappa,i+1}}. \quad (4)$$

Якщо епюра швидкості повітряного потоку прийнята прямолінійною по всій висоті каналу, то $\delta_i = \delta = \text{Const}$.

Напрямні косинуси відносної швидкості \bar{V}_g до осей $x, y - \cos(\bar{V}_g, x), \cos(\bar{V}_g, y)$, визначаються за такими формулами:

$$\begin{aligned} \cos(\bar{V}_g, x) &= \frac{\dot{x} - V_n \cos \alpha}{\sqrt{(\dot{x} - V_n \cos \alpha)^2 - (\dot{y} - V_n \sin \alpha)^2}}, \\ \cos(\bar{V}_g, y) &= \frac{\dot{y} - V_n \sin \alpha}{\sqrt{(\dot{x} - V_n \cos \alpha)^2 - (\dot{y} - V_n \sin \alpha)^2}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Напрямок траєкторії частинки у момент виходу її з каналу визначається кутом

$$\gamma = \beta - \alpha, \quad (6)$$

де β – кут напрямку траєкторії частинки у абсолютному русі із швидкістю \bar{V} :

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{\dot{y}}{\dot{x}}. \quad (7)$$

Під час обчислень виявлено, що, при збільшенні середньої швидкості повітряного потоку в діапазоні від 10 до 20 м/с та рівномірному розподілі швидкості по висоті каналу, поділяюча здатність повітряного каналу Δx_{κ} підвищується, але при цьому збільшується також робоча довжина каналу. При $V_n = 20 \text{ м/с}$ та $\delta = 0$, як бачимо з рис. 2, довжина каналу ще не перевищує прийнятних значень ($x_{\kappa\kappa} \approx 1,5 \text{ м}$). Найбільші значення Δx_{κ} відповідають мінімальній швидкості подачі суміші до каналу. При цьому, до речі, як бачимо з рис. 2, збільшеною є також і середня швидкість транспортування. Якщо епюра швидкості повітряного потоку відхиляється від рівномірного розподілу ($\delta = 0$), то при збільшенні швидкості у верхній частині (коли $\delta > 0$) поділяюча здатність каналу та середня швидкість транспортування підвищується, проте збільшується необхідна довжина

каналу. При зміні δ в межах $-3^0 \dots 3^0$ робоча довжина каналу на перевищує -2 м.

Під час обчислень з'ясовано, що при збільшенні кута нахилу α поділяюча здатність сепаратора підвищується, але при цьому зростає також кут нахилу траєкторії часток зерна культури в момент виходу їх з каналу. Він наближається до неприпустимого значення $\gamma_k = 2\pi$. Тому значення α обмежили значенням 45° .

При збільшенні висоти каналу його поділяюча здатність та середня швидкість транспортування часток підвищуються, що є позитивною обставиною, але при цьому зростає робоча довжина каналу. При збільшенні поперечного перерізу каналу зростає також потрібна продуктивність вентилятора, яка необхідна для надання швидкості повітряному потокові. Тому висота каналу прийнята $0,3$ м, а ширина $0,1$ м.

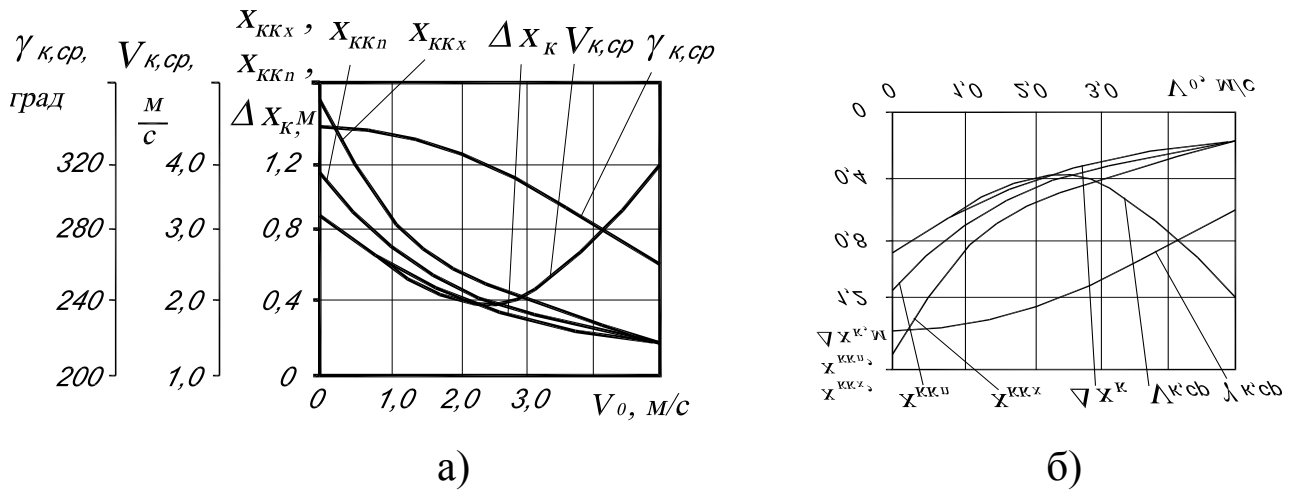


Рис. 2. Результати обчислень рівнів критеріїв при математичному моделюванні руху компонентів суміші у розробленому повітряному каналі, при: $V_n = 20 м/с$, $\beta_0 = 270^0$; а) – $\delta = Const = 0$; б) – $\delta = Var$

За отриманими параметрами спроектований та виготовлений експериментальний сепаратор, на якому були виконані як лабораторні дослідження, так і господарські випробування.

Сепаратор має вентилятор 2 (рис. 3), розмір вхідного отвору якого можна регулювати за допомогою заслінки 1. На вході до повітряного каналу, який має прямокутну форму, встановлена двокаскадна система жалюзі 3, 4 для отримання потрібного вигляду епюри швидкості повітряного потоку по висоті каналу (висотою вважається розмір у напрямку, перпендикулярному до поздовжньої осі каналу) та бункер для вихідної суміші 5.

При роботі установки фракції вихідної суміші виділяються у відповідні приймачі в залежності від їх аеродинамічних властивостей. До

Рис. 3. Загальний вигляд (а) і схема експериментального сепаратора (б) для дослідження розділення зернової суміші у нахиленому повітряному каналі: 1 – заслінка вхідного отвору вентилятора; 2 – вентилятор; 3 – жалюзі попереднього вирівнювання повітряного потоку; 4 – жалюзі для задання виду епюри швидкості повітряного потоку по висоті каналу; 5 – бункер для вихідної суміші; 6 – заслінка для регулювання подачі суміші; 7, 8 – поділяючі заслінки для регулювання вмісту компонентів суміші у приймачах I – II, II – III; 9 – мішки-приймачі; 10 – приймач для важких домішок

приймачів I, II, III потрапляє сортове зерно, до приймача IV – легкі домішки, до приймача 10 – важка фракція (звичайно це грудочки ґрунту). Для зміни складу фракцій у приймачах слугують поділяючі заслінки 7, 8.

В третьому розділі “Програма та методика експериментальних досліджень” викладені програма та методика експериментальних досліджень. Дослідження розділені на дві частини – визначення технічних та технологічних характеристик.

Основою визначення технологічних характеристик розробленого повітряного каналу був пошук оптимальних параметрів з математичним описом критеріїв ефективності технологічного процесу. Зазначені регресивні залежності мали вигляд поліному другого порядку для таких факторів: x_1 – середня швидкість повітря в каналі; x_2 – кут нахилу прямолінійної епюри швидкості повітря по висоті каналу; x_3 – подача суміші; x_4 , x_5 – кути нахилу поділяючих заслінок, відповідно між приймачами I–II, II–III.

Критеріями ефективності роботи сепаратора в цілому є якість розділення та продуктивність повітряного каналу. Головним є критерій якості очищення суміші від домішок. Для його поліпшення треба прагнути до максимуму відносної кількості домішок у IV приймачеві. Критерій якості процесу сортування поліпшували тільки при умові забезпечення найкращих показників якості очищення. Показники якості сортування змінювали за рахунок зміни положень поділяючих заслінок.

Під час очищення необхідно запобігати втратам зерна основної культури, тобто забезпечували мінімум відносної кількості зерна у IV приймачеві. Цей критерій суперечить критерію якості очищення. Тому прийнята така процедура пошуку параметрів, коли прагнули до досягнення максимальної кількості домішок у IV приймачеві, при умові, що втрати зерна культури, у складі фракції домішок, не перевищують заданих допустимих значень.

Продуктивність сепаратора пов’язана із середньою швидкістю повітряного потоку в каналі. Тому, при визначенні оптимальних параметрів, перевага надавалася таким, при яких швидкість повітряного потоку в каналі є збільшеною.

Для дослідження впливу вологості суміші виконано трифакторний експеримент з одночасною зміною двох найважливіших факторів, які визначені при пошуку оптимальних параметрів при мінімальній вологості суміші та фактору вологості суміші, що штучно змінювалася.

У четвертому розділі “Експериментальні дослідження характеристик руху повітряного потоку у нахиленому каналі та його впливу на

ефективність процесу сепарації зернових сумішей” наведені результати експериментальних досліджень технічних та технологічних характеристик сепаратора з нахиленим повітряним каналом.

Дослідженнями технічних характеристик сепаратора визначено, що за допомогою зміни нахилу пластин жалюзі 4 (рис. 3), які розміщені рівномірно по висоті каналу, є можливість змінювати вигляд епюри швидкості повітряного потоку по висоті каналу. Це є додатковим фактором підвищення ефективності технологічного процесу розділення суміші у нахиленому повітряному каналі.

Доведено, що зміна кута нахилу поділяючих заслінок 7,8 (рис.3) практично не впливає на характеристики швидкості повітряного потоку в каналі. Це дозволяє суттєво спростити управління процесом сортування зернових сумішей в каналі.

Дослідження технологічних характеристик виконували шляхом реалізації планів п'ятифакторних експериментів і побудови регресивних залежностей відносної кількості зерна культури μ_k та домішок μ_{δ} у кожному приймачеві.

Найбільший практичний інтерес становлять значення критеріїв для приймача IV, для якого рівняння регресії мають такий вигляд:

$$\begin{aligned} \mu_{\delta,4} = & 0,139012 + 0,032844X_1 + 0,006857X_2 - 0,69081X_3 + 0,005262X_4 - \\ & - 0,009433X_5 - 0,003043X_1^2 + 0,034847X_1X_2 + 0,032238X_1X_3 + \\ & + 0,010320X_1X_4 + 0,007422X_1X_5 + 0,159935X_2^2 - 0,051895X_2X_3 + \quad (8) \\ & + 0,018844X_2X_4 + 0,013082X_2X_5 + 0,004371X_3^2 + 0,019037X_3X_4 - \\ & - 0,033219X_3X_5 + 0,013624X_4^2 - 0,004035X_4X_5 + 0,002499X_5^2 ; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{k,4} = & - 0,003837 + 0,013566X_1 - 0,029900X_2 - 0,028770X_3 - 0,001871X_4 - \\ & - 0,002401X_5 - 0,000543X_1^2 + 0,013151X_1X_2 + 0,001275X_1X_3 - \\ & - 0,002622X_1X_4 + 0,001061X_1X_5 + 0,113766X_2^2 - 0,028430X_2X_3 + \quad (9) \\ & + 0,003338X_2X_4 + 0,000341X_2X_5 + 0,006334X_3^2 + 0,002152X_3X_4 + \\ & + 0,004368X_3X_5 + 0,003823X_4^2 - 0,000041X_4X_5 + 0,002573X_5^2 . \end{aligned}$$

Діапазони значень середньої швидкості повітряного потоку у каналі $V_{n, cp}$, кута нахилу δ прямолінійної епюри швидкості повітряного потоку по висоті каналу та подачі суміші для сепарації зернових сумішей, визначені відповідно такими:

$$V_{n, cp} = 15,0 \dots 17,0 \text{ м/с}; \quad \delta = -2,92^\circ \dots 4,23^\circ; \quad q = 0,102 \dots 1,0 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

З використанням зазначених регресивних залежностей визначені параметри, при яких є наявний максимум відносної кількості домішок $\mu_{\delta,4}$ у IV приймачеві при відсутності обмежень на вміст там зерна культури,

$\mu_{\delta,4}=0,82$ (рис. 4). При цьому значення $V_{n, cp}$ та q знаходилися на нижніх межах діапазонів параметрів, за яких виконувалися експерименти; а значення кута δ на верхній межі відповідного діапазону. Тобто швидкість повітряного потоку була максимально збільшеною біля верхньої стінки каналу. Для зазначених рівнів параметрів неприйнятним є те, що подача суміші знаходиться на мінімальному рівні, $q = 0,102 \text{ кг/с}$. З метою збільшення подачі був здійснений пошук раціональних параметрів при фіксації положень поділяючих заслінок на верхніх рівнях, тобто максимально повернутих за рухом стрілки годинника.

Пошуком параметрів за таких умов встановлено, що оптимальні значення всіх параметрів знаходяться на верхніх рівнях, але вміст домішок у IV приймачеві зменшився і становив 0,72.

Таким чином, при відсутності фіксації положень поділяючих заслінок відносний вміст домішок у IV приймачеві можна зробити найбільшим. При фіксації заслінок у положенні максимального повороту за напрямком руху матеріалу (перпендикулярно верхній стінці каналу), якість очищення погіршується на 10%, але технологічний процес здійснюється при максимальних рівнях середньої швидкості повітряного потоку в каналі ($V_{n, cp} = 17 \text{ м/с}$) та подачі суміші ($q = 1,0 \text{ кг/с}$).

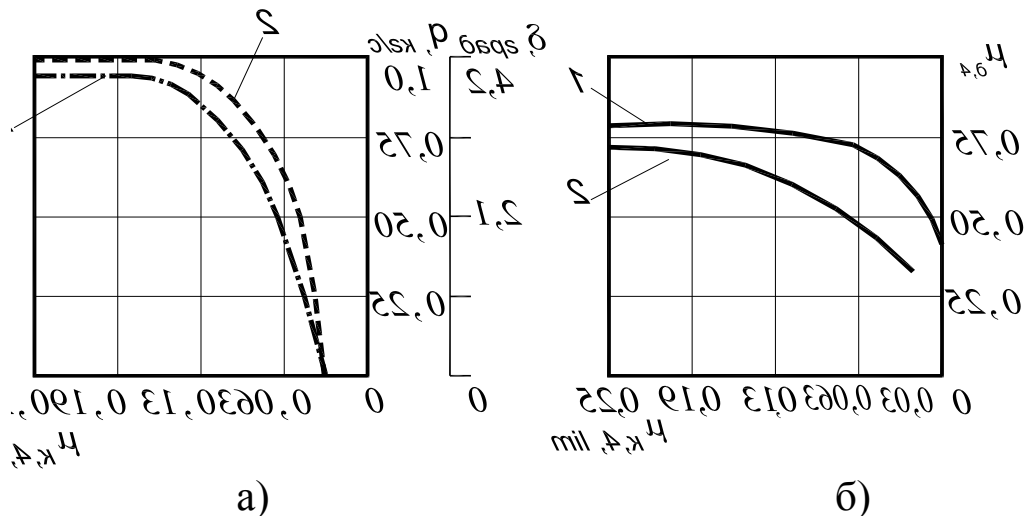


Рис. 4. Залежності змінювання: а) відносної кількості домішок ($\mu_{\delta,4}$); б) кута δ та подачі суміші q від зміни припустимих значень відносної кількості зерна культури у IV приймачеві ($\mu_{k,4,lim}$): — — — подача суміші, q ; — · — кут нахилу епюри швидкості повітряного потоку, δ ; 1 — положення поділяючих заслінок не фіксовані; 2 — фіксовані на верхніх рівнях

При фіксації поділяючих заслінок на верхніх рівнях якість очищення суміші (рис. 4) дещо зменшується. Особливо це стосується підвищених вимог до якості очищення, коли накладаються обмеження на вміст зерна культури у IV приймачеві і доводиться зменшувати подачу суміші та кут

нахилу епюри швидкості повітряного потоку по висоті каналу.

При відносній кількості зерна культури у ІV приймачеві, яка не перевищує практично прийнятного значення 0,05, відносна кількість домішок становить 0,407. Рівні середнього значення швидкості повітряного потоку в каналі, кута нахилу епюри швидкості по висоті каналу та подачі суміші при цьому були такими: $V_{n, cp} = 17,0 \text{ м/с}$; $\delta = 0,718^\circ$; $q = 0,729 \text{ кг/с}$. Наведене значення кута δ відповідає різниці значень швидкості повітряного потоку між верхньою та нижньою стінками каналу біля 30 %. Ці параметри є оптимальними для процесу очищення з мінімальними втратами зерна основної культури у відходах.

Під час визначення характеристик сортування параметри $V_{n, cp}$, δ , q прийняті такими, що відповідають оптимальним параметрам процесу очищення. Зміна характеристик сортування досягалася тільки зміною положення поділяючих заслінок: кодоване значення положення (-2)-0⁰ – максимально повернуті проти руху стрілки годинника – заслінка паралельна до нижньої стінки каналу; (-1)-22⁰; 0-45⁰; 1-68⁰; 2-90⁰. Для визначення характеристик сортування користувалися знайденими рівняннями регресії.

Результати розрахунків вмісту зерна культури у приймачах II, III, до яких надходить переважаюча кількість сортового зерна, при сортуванні зернової суміші у повітряному нахиленому каналі наведені на рис. 5. З цих графіків видно, що за допомогою зміни нахилу поділяючих заслінок можливо змінювати вміст приймачів у широких межах. Другий приймач має найбільший діапазон відносної кількості зерна. Результати сортування свідчать також про те, що є можливість розробленим сепаратором розподіляти суміш на три зернові фракції, які надходять до приймачів I, II, III.

Важливим фактором умов роботи сепаратора є вологість суміші. Тому досліджено сукупний вплив факторів: середньої швидкості повітряного потоку в каналі, подачі суміші та зміни її вологості, на якість процесу, тобто на вміст домішок та зерна культури у приймачах сепаратора. Значення змінних факторів були такими: вологість суміші: мінімальна – 14%, середня – 18%, максимальна – 22%; подача суміші (0,1; 0,523; 1кг/сек); середня швидкість повітряного потоку (14,5; 16,5; 17,0м/сек).

Дослідженнями визначено, що найкращі показники якості розділення мають місце при мінімальному значенні вологості. Показники якості процесу сепарації при середньому та максимальному значеннях вологості знижуються, при обмеженні вмісту зерна основної культури у ІV приймачеві. Для досліджуваної зернової суміші пшениці, при мінімальному значенні вологості, нахилений повітряний канал має можливість повного виділення домішок. При середньому та максимальному значеннях вологості – процентна кількість домішок, що виділялася, не перевищувала 70%.

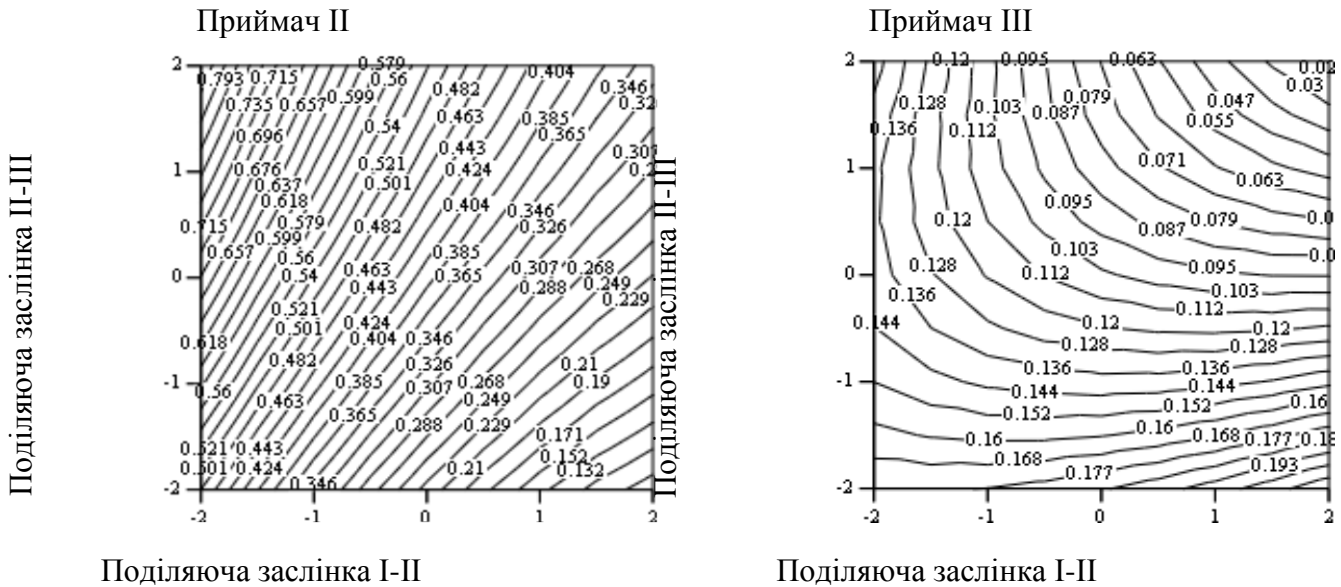


Рис. 5. Поверхні рівнів відносного вмісту зерна пшениці у II та III приймачах в залежності від кодованих значень кутів нахилу поділяючих заслінок I-II, II-III: при $V_{n,cr} = 17,0 \text{ м/с}$; $\delta = 0,718^0$; $g = 0,729 \text{ кг/с}$

У п'ятому розділі "Використання результатів досліджень на виробництві" наведені результати виробничих випробувань, які склалися з двох етапів.

На першому – виконане порівняння розробленого сепаратора з нахиленим повітряним каналом з найбільш поширеним ворохоочисником ОПС-2 з вертикальним каналом. Для отримання коректних результатів порівняння рівні регульованих параметрів подачі суміші та середньої швидкості повітряного потоку у каналі ОПС-2 призначені після пошуку їх оптимальних значень з математичним описом критеріїв якості процесу сепарації (аналогічно до процедури визначення оптимальних параметрів нахилоного каналу). Після виконання цих робіт встановлено, що при наявності обмежень на припустимий вміст зерна пшениці, вміст домішок у відповідних приймачах порівнюваних сепараторів відрізнявся з перевагою для вертикального каналу (0,407 – для нахилоного каналу та 0,632 – для вертикального каналу). Порівняння максимальних показників якості очищення виконували на зерновій суміші пшениці, з якої обидва сепаратори мали можливість виділити домішки без втрат зерна основної культури. Встановлено, що розробленим сепаратором з нахиленим повітряним каналом максимальна відносна кількість домішок, що відокремлюється, досягає 0,82; а вертикальним – лише 0,69, що на 18,8% менше. Тобто є явна перевага нахилоного каналу. Показники маси обох сепараторів та потужності встановлених електродвигунів практично не відрізняються, при питомій продуктивності експериментального – $950,4 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2$, а серійного – $386,02 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2$, що в 2,46 рази менша. Крім того, можна констатувати, що розроблений сепаратор з нахиленим каналом має ще суттєву перевагу, а саме – можливість сортування зерна на кілька фракцій.

На другому етапі – зазначені можливості розробленого сепаратора перевірені під час роботи в дослідному полі “Центральне” ХНТУСГ ім. П. Василенка та дослідному господарстві ІТ УААН “Кутузівка”. Випробування здійснювалися для визначення ефективності пневматичного сепаратора з нахиленим повітряним каналом на очищенні та сортуванні зернових культур. Вихідним матеріалом для досліджень був насінневий матеріал та продовольче зерно озимої пшениці і ячменю, яке після сепарації на повітряно-решітно-трієрних робочих органах серійних зерноочисних машин не відповідало вимогам стандартів щодо якості.

Встановлено, що за рахунок відокремлення у відходи до 3% менш повноцінного, травмованого зерна основної культури на розробленому сепараторі є можливість підвищувати схожість насіння озимої пшениці до 5%, енергію проростання до 6% при виході посівної фракції 87,25%. При доочищенні продовольчого зерна пшениці і ячменю – збільшувати натуру відсортованого зерна на 7...14 г/л, зменшувати смітні і зернові домішки на 15...50%, а масову частку сирої клейковини в зерні пшениці підвищувати на 0,5...1,0% при виході основної фракції більше 96% від маси вихідного матеріалу. Питома продуктивність сепаратора на додатковому сортуванні зернових культур становила в середньому $1200 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2$.

З врахуванням загальної кількості оброблених експериментальним сепаратором зернових сумішей – 679,2т одержано, за рахунок підвищення якісних показників відсортованого матеріалу, загальний економічний ефект 66,86 тис. грн, що становить в середньому 98,44 грн на тону обробленої суміші.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведене теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, що виявляється в теоретичному обґрунтуванні процесу сепарації зернових сумішей у нахиленому каналі з керованим нерівномірним повітряним потоком по його висоті. Це дозволило підвищити продуктивність та якість процесу сепарування зернових сумішей пневматичними сепараторами з нахиленим повітряним каналом.

1. Проведеним аналізом результатів досліджень сепарації зернових сумішей за різницею аеродинамічних характеристик їх компонентів встановлено, що найбільш прийнятним для подальшої інтенсифікації є процес розділення у нахиленому каналі з керованим нерівномірним повітряним потоком по його висоті.

2. Для керування поділяючою здатністю та розрахунку параметрів пневматичного сепаратора розроблена математична модель руху частинки у нахиленому повітряному каналі з врахуванням коефіцієнтів вітрильності компонентів зернової суміші, обмежень геометричних характеристик каналу та

зміни кута нахилу прямолінійної епюри швидкості повітряного потоку. Визначені параметри сепаратора для розділення зернових сумішей: діапазони середньої швидкості повітряного потоку в каналі 10...20м/с, кута нахилу прямолінійної епюри швидкості $-3^{\circ} \dots 3^{\circ}$; нульова швидкість потрапляння часток вихідної суміші до каналу і вертикальний її напрямок, довжина робочої частини каналу – 2м, висота каналу – 0,3м, кут його нахилу до горизонту – 45° .

3. Експериментально підтверджено суттєвий вплив нерівномірності повітряного потоку по висоті каналу на ефективність процесу сепарації. Оптимальним є потік більш інтенсивний у верхній частині каналу і помірніший у нижній. Для розділення зернових сумішей діапазон кутів нахилу прямолінійної епюри швидкості повітряного потоку у розробленому каналі становить $-2,92^{\circ} \dots +4,23^{\circ}$.

4. Найвищі показники очищення можна досягти регулюванням всіх керованих параметрів, у тому числі кутових положень поділяючих заслінок. Оптимальними параметрами режиму високоякісного очищення зернових сумішей є нижні рівні діапазонів середньої швидкості повітряного потоку в каналі ($V_{n, cp} = 15,0 \text{ м/с}$) та подачі вихідної суміші ($q = 0,1 \text{ кг/с}$), а також верхні рівні кутів нахилу прямолінійної епюри швидкості повітряного потоку по висоті каналу ($\delta = 4,23^{\circ}$) за нефіксованого положення заслінок. При фіксації заслінок у положенні максимального повороту за напрямком руху матеріалу (перпендикулярно до верхньої стінки каналу) максимальна якість очищення погіршується на 10%, але технологічний процес здійснюється при максимальних рівнях середньої швидкості повітряного потоку в каналі ($V_{n, cp} = 17 \text{ м/с}$) та подачі суміші ($q = 1,0 \text{ кг/с}$).

5. Оптимальними параметрами роботи сепаратора, при накладанні обмежень на вміст зерна основної культури у відходах, що не перевищує 0,05, є верхній рівень діапазону середньої швидкості повітря в каналі ($V_{n, cp} = 17 \text{ м/с}$); кут нахилу прямолінійної епюри швидкості повітря по висоті каналу та подача матеріалу знаходиться на рівнях, які дещо перевищують середні значення діапазонів і відповідно дорівнюють $\delta = 0,718^{\circ}, q = 0,729 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$.

6. Визначена можливість сортування вихідного матеріалу в нахиленому повітряному каналі за допомогою зміни положень лише поділяючих заслінок. За рахунок відокремлення у відходову фракцію біологічно менш повноцінного, недозрілого і травмованого зерна основної культури є можливість підвищувати масу 1000 насінин, схожість до 5%, енергію проростання до 6%, натуру на 7...14г/л, масову частку сирої клейковини на 0,5...1,0% у відсортованому матеріалі.

7. Суттєвий вплив на якість розділення у нахиленому повітряному каналі має вологість вихідного матеріалу. Найкращі показники процесу сепарації

досягаються при мінімальній вологості (до 14%). При підвищенні вологості високу якість очищення можна досягти лише при збільшенні втрат повноцінного зерна основної культури у відходах.

8. Порівняльними випробуваннями розробленого сепаратора з нахиленим повітряним каналом та серійного ворохоочисника ОПС-2 з вертикальним каналом визначено, що повнота розділення зернової суміші пшениці у нахиленому повітряному каналі вища на 18,8%, а питома продуктивність $950,4 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2$, тобто в 2,46 рази більша при рівних потужностях електроприводу та масах обох сепараторів.

9. Виробничими випробуваннями підтверджено високу експлуатаційну ефективність і надійність розробленого сепаратора на доочищенні з одночасним сортуванням зернових сумішей. Економічний ефект від доочищення 679,2 т насіннєвого матеріалу озимої пшениці та продовольчого зерна пшениці і ячменю, які попередньо оброблялися на серійних повітряно-решітно-трієрних машинах, в дослідному полі ХНТУСГ ім. П. Василенка “Центральне” та дослідному господарстві ІТ УААН “Кутузівка” склав 66,86 тис. грн, що становить в середньому 98,44 грн на тону обробленої суміші.

СПИСОК ОСНОВНИХ ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Абдуєв М.М., Манчинський Ю.О. Теоретичне визначення доцільної області параметрів повітряного ворохоочисника // Механізація сільськогосподарського виробництва: Зб. наук. праць НАУ. – Київ: НАУ, 2000. Т. VII. – С. 127-132.

2. Абдуєв М.М., Бакум М.В., Бобрусь І.С., Манчинський Ю.О., Сергєєва А.В. Обґрунтування конструктивної схеми пневматичного ворохоочисника // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2000. – Вип. 1. – С. 227-235.

3. Манчинський Ю.О., Бакум М.В., Абдуєв М.М., Мироненко А. П., Субота С.А. Результати дослідження очищення зернової суміші у нахиленому повітряному каналі // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2002. – Вип. 11. – С. 97-102.

4. Абдуєв М.М., Бакум М.В., Манчинський Ю.О., Сичов В.В., Леонов В.П. Теоретичні дослідження характеристик руху часток у нахиленому повітряному каналі при зміні характеристик епюри швидкості повітря по висоті каналу// Механізація сільського господарства: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип. 21. – С. 88-94.

5. Абдуєв М.М., Бакум М.В., Манчинський Ю.О., Хоменко В.В. Експериментальне дослідження порівняльних характеристик сепараторів у вигляді вертикального та нахиленого каналів // Технічний сервіс АПК, техніка та

технології у сільськогосподарському машинобудуванні: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2004. – Вип. 24. – С. 106–110.

6. Абдуєв М.М. Експериментальне дослідження характеристик нахиленого повітряного каналу при зміні вологості зернової суміші // Механізація сільського господарства: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2004. – Вип. 29. – С.104-109.

7. Бакум М.В., Абдуєв М.М., Манчинський Ю.О. Розділення зернових сумішей у нахиленому повітряному каналі // Праці Таврійської державної аграрної академії.. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. – Вип. 28. – С. 14–22.

8. Бакум Н.В., Манчинский Ю.А., Абдуев М.М., Крекот Н.Н. Пневматический сепаратор с наклонным воздушным каналом // Материалы IX междунар. науч.-производ. конф. “Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения”. – Белгород: ГСХА, 2005. – С. 173.

9. Бакум М.В., Манчинський Ю.О., Абдуєв М.М. Результати виробничих випробувань пневматичного сепаратора з нахиленим повітряним каналом на сортуванні зерна озимої пшениці // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – Вип. 41. – С. 342 – 347.

10. Деклараційний патент на винахід №70667А України, МКІВ07В4/00. Спосіб розділення насінневих сумішей у нахиленому повітряному потоці та пристрій для його здійснення / М.В. Бакум, Ю.О. Манчинський, М.М. Абдуєв, М.М. Крекот.- № 20031212049; Заявлено 22.12.03; Опубл. 15.10.04, Бюл. № 10. – 4 с.

11. Деклараційний патент на корисну модель 9928 України, МКІВ07В4/02. Спосіб інтенсифікації розділення насінневих сумішей у повітряному потоці / М.В. Бакум, Ю.О. Манчинський, М.М. Абдуєв, М.М. Крекот. - № 200503948; Заявлено 25.04.05; Опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. –3 с.

АНОТАЦІЇ

Абдуєв М.М. Обґрунтування параметрів сепаратора з нахиленим повітряним каналом для розділення зернових сумішей. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2007.

У дисертації вирішено наукове завдання, яке спрямоване на підвищення ефективності процесу сепарування зернових сумішей шляхом застосування керованого нерівномірного повітряного потоку у нахиленому каналі пневматичних сепараторів.

В роботі визначені основні параметри повітряного каналу математичним моделюванням руху частинки в каналі; доведено суттєвий вплив нерівномірності

повітряного потоку по висоті каналу на ефективність сепарації; визначені оптимальні технологічні характеристики для розділення зернових сумішей.

Виробничими випробуваннями підтверджено високу експлуатаційну ефективність і надійність розробленого сепаратора на доочищенні з одночасним сортуванням зернових сумішей. Економічний ефект від доочищення 679,2 т насіннєвого матеріалу озимої пшениці та продовольчого зерна пшениці і ячменю, які попередньо оброблялися на серійних повітряно-решітно-трієрних машинах в дослідному полі ХНТУСГ ім. П. Василенка “Центральне” та дослідному господарстві ІТ УААН “Кутузівка” склав 66,86 тис.грн, що становить в середньому 98,44 грн. на тону обробленої суміші.

Ключові слова: зернові суміші, процес пневмосепарування, нахилений повітряний потік, сепаратор, продуктивність, якість.

Абдуев М.М. Обоснование параметров сепаратора с наклонным воздушным каналом для разделения зерновых смесей. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко. Харьков, 2007.

В диссертации решено научное задание, которое направлено на повышение эффективности процесса сепарирования зерновых смесей за счет применения управляемого воздушного потока в наклонном канале пневматического сепаратора. Существенным его преимуществом является возможность сортирования разделяемой смеси на несколько фракций.

В работе разработана математическая модель движения частицы в наклонном воздушном канале, с учетом изменения коэффициентов парусности компонентов зерновой смеси, средней скорости воздушного потока и угла наклона её эпюры; ограничений геометрических характеристик канала, которые позволили получить основные параметры сепаратора для разделения зерновых смесей: диапазон средней скорости воздушного потока 10,0...20,0м/с; угол наклона эпюры скорости воздушного потока $-3^{\circ} - 3^{\circ}$; длину рабочей части канала – 2,0м; высоту канала – 0,3м; ширину рабочей части – 0,1м; угол наклона рабочей части к горизонту – 45° , подачу исходного материала в канал с нулевой начальной скоростью и вертикальным её направлением. Впервые установлено существенное влияние неравномерности воздушного потока по высоте канала на эффективность сепарации. Рациональным является поток более интенсивный в верхней части канала и умеренный в нижней. Для разделения зерновых смесей рациональной является разница между значениями скорости воздушного потока возле верхней и нижней стенки до 30%.

Определена возможность сортирования исходного материала в наклонном воздушном канале при помощи изменения положений только разделительных

заслонок. За счет отделения в отходную фракцию биологически менее полноценного, недоразвитого и травмированного зерна основной культуры возможно повышать массу 1000 семян, всхожесть, энергию прорастания, натуру, массовую долю сырой клейковины в отсортированном материале.

Установлено существенное влияние влажности исходного материала на качество его разделения в наклонном воздушном потоке. Наилучшие показатели качества разделения получены при влажности около 14%; при увеличении влажности высокое качество очистки можно получить только при увеличении потерь полноценного зерна основной культуры в отходах.

Производственными испытаниями подтверждено высокую эксплуатационную эффективность и надежность разработанного сепаратора на доочистке с одновременным сортированием зерновых смесей. Экономический эффект от доочистки 679,2 т семенного материала озимой пшеницы и продовольственного зерна пшеницы и ячменя, которые предварительно обрабатывались на серийных воздушно-решетно-триерных машинах в опытном поле ХНТУСХ им. П. Василенко “Центральное” и опытном хозяйстве ИЖ УААН “Кутузовка” равен 66,86 тыс. грн, что составляет в среднем 98,44 грн на тонну обработанного материала.

Ключевые слова: зерновые смеси, процесс пневмосепарации, наклонный воздушный поток, сепаратор, продуктивность, качество.

Abdouev M.M. Ground of parameters of separator with the inclined air duct for the division of corn mixtures. - Manuscript.

Dissertation on gaining of scientific degree of candidate of engineering sciences after speciality 05.05.11 - machines and facilities of mechanization of agricultural production. Kharkov national technical university of agriculture of the name of Peter Vasilenca. Kharkov, 2007.

In dissertation the decision of scientific task which is directed on the rise of efficiency of process of separouvannya of corn mixtures by application of the guided uneven current of air in the inclined air duct is found.

In work definite basic parameters of air duct by the mathematical design of motion of the isolated material point in a channel; the substantial influencing of unevenness of current of air is led to on the height of channel on efficiency of separatsii; definite optimum technological descriptions for the division of corn mixtures.

Due to doochishennya corn mixtures which preliminary were processed on serial povitryano-reshetno-triernih machines, with the simultaneous sorting, on the offered air separator, at the production tests during which was treated 6792 t different corn mixtures an economic effect was got on the average 98,44 UAH on one tone of the treated mixture.

Keywords: corn mixtures, process of air separation, inclined current of air, separator, productivity, quality.

Відповідальний за випуск: С.І. Васильєв
Комп'ютерний набір та верстка: Чернишова Г.Є., Путівцев А.А.
Формат паперу 60x84 1/16 Обл. - вид. арк. 0,9
Тираж 100
Різограф TR 1510 № 80654645

Навчально - методичний центр по заочній формі навчання у закладах освіти
3-4 рівнів акредитації аграрного профілю

Адреса: 61002, м. Харків, вул. Артема 44, кім. 101