

ЛУЦЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

ТКАЧЕНКО Ігор Григорович



**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
АКСІАЛЬНО-РОТОРНОЇ МОЛОТИЛЬНО - СЕПАРУЮЧОЇ СИСТЕМИ З
ТАНГЕНЦІАЛЬНИМ ЗАХОДОМ МАСИ**

05.20.01 – Механізація сільськогосподарського виробництва

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Луцьк-1997

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Московському державному агроінженерному університеті імені В. П. Горячкіна та у Відкритому акціонерному товаристві "Тернопільський комбайновий завод".

Наукові керівники -

кандидат технічних наук, доцент
ЛОМАКІН Сергій Герасимович

кандидат технічних наук,
заслужений винахідник України
ГЕВКО Роман Богданович

Офіційні опоненти -

доктор технічних наук, професор
БУЛГАКОВ Володимир Михайлович

кандидат технічних наук, доцент
УСЕНКО Михайло Васильович

Провідна установа -

Інститут кормів УААН м. Вінниця

Захист дисертації відбудеться "2" липня 1997 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.01.02 по захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук при Луцькому індустріальному інституті за адресою: Луцьк, вул. Львівська, 75.

Просимо взяти участь в обговоренні дисертації під час її захисту, або надіслати відгук на автореферат в двох примірниках, завірений печаткою, на адресу: 283018, Луцьк, вул. Львівська, 75, вчена рада.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці інституту.

Автореферат розісланий "31" травня 1997 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої
ради, кандидат технічних
наук



ДІДУХ В. Ф.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. На сьогоднішній день в Україні актуальним є питання створення власного зернозбирального комбайна, при цьому слід враховувати перспективні напрямки розвитку цієї галузі машинобудування в передових країнах світу.

"Класичні" молотильно-сепаруючі системи (в подальшому МСС), які найбільш поширені в сучасних комбайнах, обмежують можливості подальшого збільшення одиничної пропускної здатності комбайна через невисоку інтенсивність і стабільність робочого процесу, перш за все, клавішного соломотряса — лімітуючого робочого органа МСС. Пропускна здатність такої системи практично досягла межі і не перевищує 5,0...5,5 кг/с на один метр ширини молотарки. Її підвищення стримується, в основному, габаритами соломотряса, площа якого у високопродуктивних комбайнів сягає 7,0...7,7 м².

Науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи, які проводяться в різних країнах, дозволили створити цілу гаму МСС роторного і аксіально-роторного (в подальшому а.-р.) типу, в яких реалізовано в 1,5...3 рази більш інтенсивний імпульсний принцип сепарації зерна. Із всієї різноманітності роторних МСС найбільш перспективними є моноагрегатні а.-р. МСС з торцевим і тангенціальним заходом маси. Їх використання дало можливість створити і організувати випуск цілого ряду моделей зернозбиральних комбайнів з пропускною здатністю 3...5, 7...9 і 10...12 кг/с.

В зв'язку з цим, актуальною проблемою є дослідження і розробка технологічних процесів та конструктивно-технологічних параметрів а.-р. МСС, що дозволить підвищити показники якості роботи, знизити металомісткість і спростити конструкцію цих систем.

Мета роботи. Теоретично та експериментально дослідити процеси обмолоту і сепарації, що протікають в аксіально-роторній молотильно-сепаруючій системі з тангенціальним заходом маси, та обґрунтувати її конструктивно-технологічні параметри, для визначення оптимальних технологічних та енергетичних показників роботи системи.

Об'єкт досліджень. Технологічний процес аксіально-роторної молотильно-сепаруючої системи з тангенціальним заходом маси і робочі органи для його здійснення.

Методика досліджень. Теоретичні дослідження виконувались з використанням основних положень вищої математики, теоретичної механіки, математичної статистики та теорії ймовірності. Експериментальні дослідження проводились в лабораторних і польових умовах на повнорозмірній лабораторній установці і спеціально виготовленому комбайні, що мав зерновий і рисовий варіанти. При проведенні дослідів використовувались методи статистичної обробки даних з виконанням на ЕОМ.

Наукова новизна. Виведено аналітичні залежності для визначення технологічних і конструктивних параметрів сепаруючих поверхонь.

Теоретично обґрунтовано параметри технологічного процесу, та гвинтової траєкторії руху продуктів обмолоту в робочому просторі аксіально-роторного сепаратора.

Визначено конструктивно-кінематичні параметри процесу видалення соломи за межі а.-р. МСС.

Встановлено закономірності впливу конструктивно-технологічних параметрів МСС і характеристик маси, на показники обмолоту і сепарації зерна.

Розроблено конструкції аксіально-роторної МСС з тангенціальним заходом маси та соломовивантажувального пристрою, технічна новизна яких підтверджена чотирма авторськими свідоцтвами на винаходи.

Практична цінність. Розроблено конструкцію і визначено параметри аксіально-роторної молотильно-сепаруючої системи з тангенціальним заходом маси, яка має значні переваги в порівнянні з "класичними" системами і забезпечує:

- зменшення габаритних розмірів до 40 %;
- збільшення пропускну здатності до 1,5 рази;
- зменшення травмування зерна в 2...4 рази;
- збільшення збору зерна з одиниці площі поля до 4...10 %.

Конструкція соломовивантажувального пристрою за допомогою швидкісного транспортера значно спрощує компоновку робочих органів молотарки комбайна при будь-якій довжині МСС, дозволяє оптимізувати параметри повітряної камери очистки.

Реалізація результатів роботи. За результатами проведених досліджень виготовлено МСС експериментального зразка причіпного комбайна ПК-12 №2 в зерновому і рисовому варіантах, який пройшов випробування в польових умовах на збиранні ячменю і рису.

Розробленим соломовивантажувальним пристроєм обладнано самохідні комбайни: зерновий СК-10В і рисовий СК-10РВ.

Результати досліджень використані при створенні МСС малогабаритних причіпних зернозбиральних комбайнів: ПК-3М та ПН-100, які виготовляються Тульським комбайновим заводом.

Апробація роботи. Основні положення дисертації доповідались і отримали позитивну оцінку на науково-технічній раді ГСКБ по машинах для збирання зернових культур і самохідних шасі (Таганрог, 1985 р.), на наукових конференціях професорсько-викладацького складу МІСГВ ім. В.П. Горячкіна (Москва, 1984-1987 р.р.), на засіданні кафедри збиральних машин МГАУ ім. В. П. Горячкіна (Москва, 1997 р.), на спільному засіданні науково-технічної ради ВАТ "ТеКЗ" і кафедри технології машинобудування ТДТУ ім. І. Пулюя (Тернопіль, 1997 р.), на засіданні викладачів та аспірантів кафедри

сільськогосподарського машинобудування ЛШ (Луцьк, 1997 р.), на 2-й Міжнародній науково-практичній конференції в НАУ секція "Сучасні проблеми сільськогосподарського машинобудування", (Київ, 1997 р.).

Публікації. Основні положення і результати досліджень опубліковані в 9-ти друкованих працях, з яких 4 авторських свідоцтва на винаходи.

Особистий внесок дисертанта. Обґрунтовано технологічні і конструктивні параметри сепаруючих поверхонь а.-р. МСС. Встановлено аналітичні залежності для визначення параметрів гвинтової траєкторії руху продуктів обмолоту в робочому просторі а.-р. сепаратора. Визначено параметри процесу видалення відпрацьованої соломи за межі МСС. Встановлено закономірності впливу конструктивно-технологічних параметрів системи і характеристик маси на показники обмолоту і сепарації зерна.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків і рекомендацій, списку використаної літератури (назв – 107, з них на іноземних мовах – 12) і додатків. Основна частина роботи викладена на 148 сторінках машинописного тексту, і містить рисунків – 50, таблиць – 15. Додатки викладені на 24-х сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

В першому розділі на основі вивчення науково-технічної та патентної літератури, протоколів випробувань, проведено аналіз існуючих теоретичних і експериментальних досліджень технологічних процесів обмолоту і сепарації зерна та пристроїв для їх здійснення.

Фундаментальні основи розробки і дослідження робочих органів та процесів обмолоту і сепарації зерна викладені в працях С. П. Бублика, І. Ф. Василенка, Н. І. Кльоніна, Г. Ф. Серого, М. Н. Летошнева, Е. І. Ліпковича, А. Б. Лур'є, А. Д. Логіна, С. Г. Ломакіна, В. Д. Голубєва, А. П. Гусєва, Г. І. Дзодцєва, В. Н. Мислівцева, В. В. Солдатєнкова, А. В. Шевцова та ін. Суттєвий внесок у створення і дослідження нових конструкцій зернозбиральних комбайнів зробили Х. І. Ізаксон, Ю. Н. Ярмашев, Ю. А. Песков, І. К. Мещеряков та ін.

З проведеного огляду встановлено, що "класичні" молотильно сепаруючі системи не забезпечують високої інтенсивності сепарації зерна з грубого вороху. Підвищена чутливість до змін ступеня завантаження, властивостей маси, кінематичного режиму, та інших показників умов роботи обмежують можливості для створення високопродуктивних зернозбиральних і спеціальних комбайнів на базі сепараторів коливального, відцентрового і комбінованого типів.

В зв'язку з метою досліджень поставлені наступні основні завдання:

1. Аналітично обґрунтувати фізичну суть процесів, що протікають в аксіально-роторному сепараторі і вивантажувальному пристрої а.-р. МСС.

Виявити основні фактори підвищення інтенсивності сепарації зерна з грубого вороху.

2. Встановити закономірності впливу конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи системи на показники вимолоту і сепарації зерна, визначити енергетичні затрати необхідні для роботи а.-р. МСС з тангенціальним заходом маси.

3. Провести порівняльну оцінку роботи комбайна з дослідною МСС і еталона в польових умовах та оцінити економічну ефективність розробки.

В другому розділі обґрунтовано раціональну форму і схему розташування отворів сепаруючих поверхонь. Одним з найефективніших способів підвищення інтенсивності сепарації зерна з грубого вороху є збільшення відносного "живого" перерізу сепаруючих поверхонь. Величина відносного "живого" перерізу знаходиться в функціональній залежності від розмірів, форми, схеми розміщення отворів, товщини і механічних властивостей металу, з якого виготовлена решітка.

Для проведення порівняльного аналізу відносного "живого" перерізу сепаруючих поверхонь з різними формами отворів приймаємо площу одного отвору решітки для всіх форм отворів постійною $S_0 = \text{const}$.

а. Для решітки з прямокутними отворами, при співвідношеннях $l/b = \lambda$, де l і b довжина і ширина отвору, та ширині перемички $m = 1,3t + 0,05\lambda \cdot b$, де t – товщина решітки, формула для визначення відносного "живого" перерізу має вигляд

$$k = \frac{S_0}{\left[S_0 + r^2(4 - \pi) \right] \cdot p + q \sqrt{\frac{S_0 + r^2(4 - \pi)}{\lambda} + 1,69t^2}}, \quad (1)$$

де r – радіус заокруглень кутів отворів, $p = 1,05 + 0,525\lambda$; і $q = 1,3t + 1,43\lambda t$.

б. Для решітки з квадратними отворами

$$k = \frac{S_0}{1,1025 \left[S_0 + r^2(4 - \pi) \right] + 2,73t \sqrt{S_0 + r^2(4 - \pi)} + 1,69t^2}. \quad (2)$$

в. Для решітки з шаховим розміщенням круглих отворів і шириною перемички між ними $m = 1,3t + 0,05r$, де r – радіус отвору, відносний "живий" переріз визначається за формулою

$$k_0 = \frac{2S_0}{\sqrt{3} \left(4,2025S_0 + 5,33t \sqrt{\frac{S_0}{\pi} + 1,69t^2} \right)}. \quad (3)$$

Розміри отворів решіток повинні бути достатніми для проходу зернин, і не допускати прохід соломи. Визначимо граничні розміри отворів, достатні для проходу обох типів частинок (рис. 1).

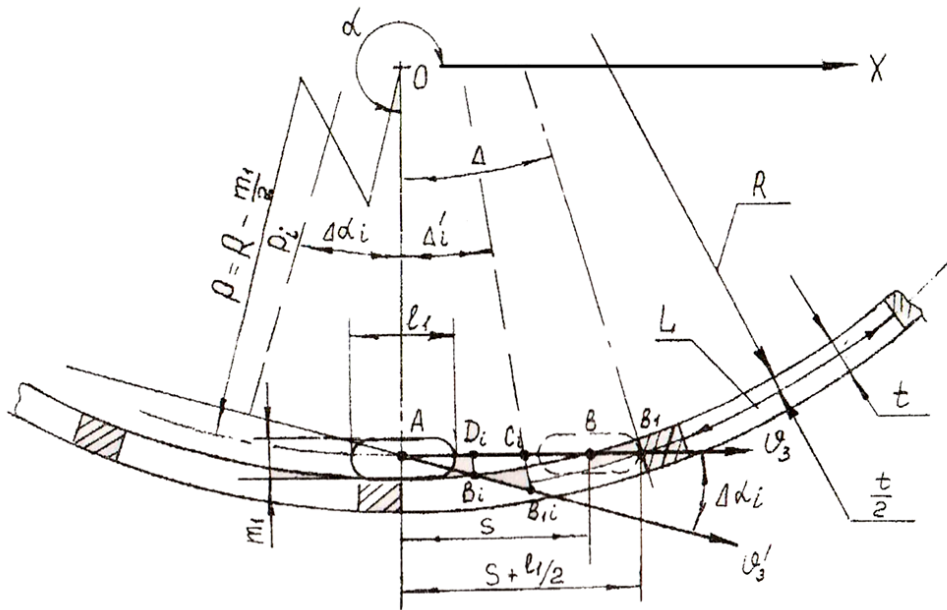


Рис. 1. Схема до визначення граничного розміру отворів сепаруючих поверхонь за умови проходу зерна

Приймемо, що зернова частинка пройде крізь отвір сепаруючої поверхні в тому випадку, коли її центр ваги буде знаходитися за, або хоча б на лінії кола внутрішньої поверхні решітки при дотику її торця до протилежної перемички між сусідніми отворами.

Для визначення мінімального розміру отвору спільно розв'яжемо рівняння кола внутрішньої поверхні кожуха і рівняння прямої лінії (траєкторії вільного польоту частинки над отвором), яка співпадає з вектором початкової швидкості v_3 . Перше буде мати вигляд $X^2 + Y^2 = R^2$, а друге – $X \cdot \cos \alpha + Y \sin \alpha - P = 0$, де R – внутрішній радіус решітки, P – полярна відстань і α – полярний кут.

Довжину дуги L можна знайти з виразу

$$L = R' \cdot \frac{2\pi \cdot \Delta}{360} = \frac{\pi \cdot \Delta}{180} \cdot R', \quad (4)$$

де Δ – центральний кут дуги кола довжиною L , $R' = R + 0,5t$ – радіус нейтральної лінії згину решітки при її внутрішньому радіусі $R > 200$ мм, а L – розмір отвору (в заготовці деталі решітки) в напрямку руху вороху.

Відхилення напрямку польоту частинки від розглянутого в бік робочої поверхні на кут $\Delta\alpha_i$ (взаємодія частинок, що рухаються в різних шарах потоку,

дія лопатей ротора, тиск повітряного потоку і т.п.) призводять до зміни загального виразу для визначення розміру отвору в напрямку руху частинок

$$L_i = \frac{\pi}{180} \cdot \operatorname{arctg} \frac{2X_i + l_1 \cos \Delta \alpha_i}{2R - m_1} \cdot (R + 0,5t). \quad (5)$$

Результати розрахунків за формулами (4) і (5) свідчать, що на ймовірність проходу частинок крізь отвори напрямком швидкості польоту має значний вплив. Зміна кута $\Delta \alpha_i$ від 0 до 10° призводить до зменшення необхідної довжини отвору з 45,7 до 14,7 мм ($R = 430$ мм) і з 36,3 до 14,5 мм ($R = 325$ мм), або, відповідно в 3,1 і 2,5 рази.

Соломиста частинка, що рухається по сепаруючій поверхні, може пройти крізь отвір в тому випадку, якщо її торець не впреться в протилежну стінку (перемичку) отвору. Дольовий розмір отвору по нейтральній лінії згину заготовки сепаруючої решітки визначається за формулою

$$L' = \frac{\pi}{180} \arccos \frac{R - d_1}{R + t} \left(R + \frac{t}{2} \right), \quad (6)$$

де d_1 – діаметр соломини.

Розрахунки за формулою (6) свідчать, що граничний розмір отворів за умови проходу соломистих частинок для кожуха з діаметром 860 мм складає 71,9 мм, а для кожуха з діаметром 650 мм – 62,5 мм. В а.-р. МСС не бажано використовувати отвори з дольовим розміром, що наближається до L' . Це призведе до надмірної сепарації соломистої фракції, перевантаження очистки комбайна і, як наслідок, підвищених втрат зерна з половиною.

Характер і кінематичні параметри руху грубого вороху в робочому просторі а.-р. сепаратора визначають передумови для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів соломовивантажувального пристрою.

При відсутності дії робочих елементів ротора (рис. 2) рівняння руху частинки з урахуванням дії всіх сил буде мати вигляд

$$m \frac{dv}{dt} + m \frac{v^2}{\rho} \cdot f + mg \cdot f \cdot \sin \omega t + mg \cdot \cos \omega t = 0, \quad (7)$$

де m – маса частинки; v – швидкість руху частинки по гвинтовій траєкторії; f – коефіцієнт тертя частинки об сепаруючу поверхню; ω – кутова швидкість руху частинки по гвинтовій траєкторії; ρ – миттєвий радіус гвинтової траєкторії.

Після скорочення на m :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{f}{\rho} \cdot v^2 + g \cdot f \cdot \sin \omega t + g \cdot \cos \omega t = 0.$$

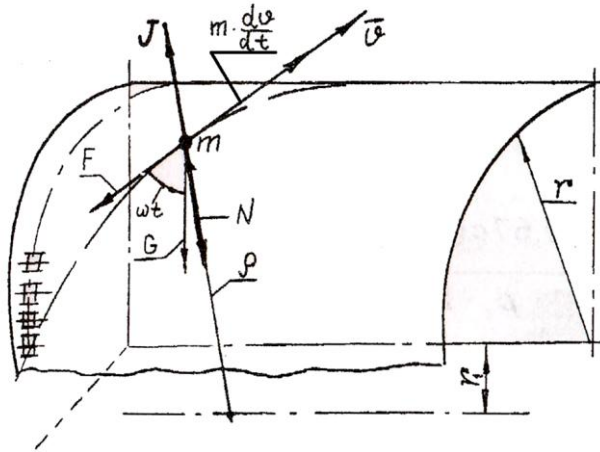


Рис. 2. Схема сил, які діють на частинку вороху

Враховуючи те, що при реальних швидкостях руху вороху в робочому просторі а.-р. сепаратора сила G має значення більш як на порядок менше ніж відцентрова сила J спростимо рівняння, виключивши вплив сили G

$$dv/dt = -(f/\rho) \cdot v^2 \quad (8)$$

Після інтегрування розв'яжемо рівняння відносно v :

$$v = \frac{v_{co}}{1 + \frac{f}{\rho} \cdot v_{co} \cdot t} \quad (9)$$

Абсолютна швидкість руху частинок вороху при наявності обертального руху кожуха сепаратора визначається за формулами:

для зустрічного (відносно ротора) обертання кожуха:

$$v_a \downarrow \uparrow = \sqrt{v_{co}^2 + U_K^2 - 2v_{co}U_K \cdot \cos \alpha_b}, \quad (10)$$

для одностороннього обертання кожуха

$$v_a \downarrow \downarrow = \sqrt{v_{co}^2 + U_K^2 + 2v_{co}U_K \cdot \cos \alpha_b}. \quad (11)$$

де U_K — колова швидкість обертання кожуха сепаратора.

Зміна кута підйому гвинтової лінії траєкторії руху частинки визначається за формулою

$$\Delta \alpha_b = \arcsin \frac{2}{v_{co} \cdot v_a} \cdot \sqrt{p(p - v_{co}) \cdot (p - v_a) \cdot (p - U_K)}, \quad (12)$$

де $p = \frac{1}{2}(v_{co} + v_a + U_K)$.

Розрахунки за формулами (9), (10), (11), (12) дали можливість знайти значення параметрів руху потоку вороху в робочому просторі а.-р. сепаратора.

Для обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів вивантажувального пристрою а.-р. МСС вирішальне значення має швидкість руху соломи v_c в каналі соломовідводу (рис. 3), яка визначається за залежністю

$$v_c = \frac{0,67q(1 - \frac{S_n}{100})}{\rho_c \cdot B_T \cdot h_c}, \quad (13)$$

де q – приведена подача, кг/с; S_n – сепарація соломистої фракції (полови), %; ρ_c – щільність соломи на транспортері соломовідводу, кг/м³; B_T – ширина транспортера, м; h_c – висота шару соломи в каналі соломовідводу, м.

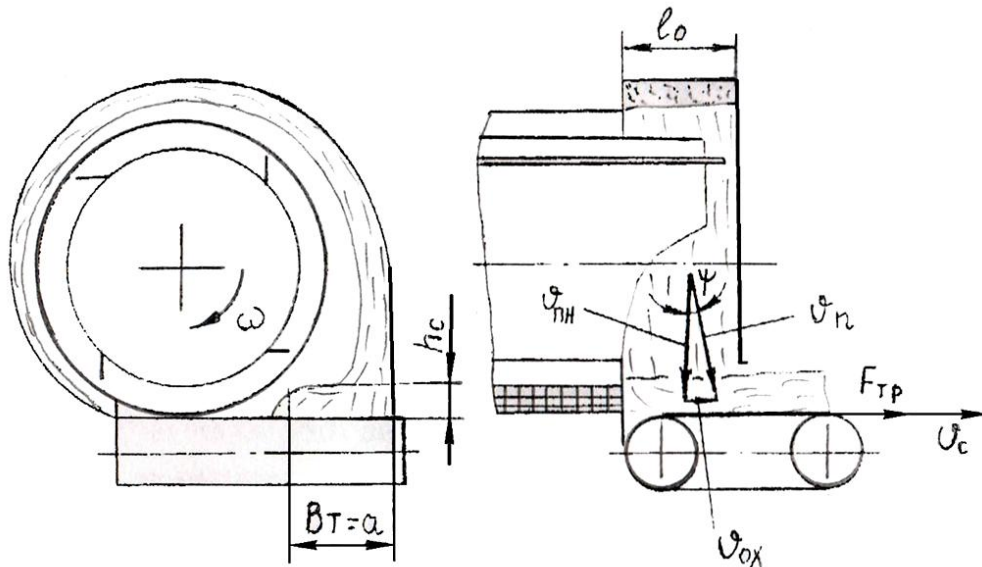


Рис. 3. Схема до визначення параметрів пристрою для відводу соломи

В третьому розділі викладена програма і методика експериментальних досліджень, яка включала вивчення наступних питань:

- вплив на роботу МСС умов подачі хлібної маси;
- вплив конструктивних і регулювальних параметрів системи: ширини завантаження МСС, параметрів отворів сепаруючої частини кожуха ротора, висоти сепаруючої планки ротора, параметрів пристрою для відводу соломи на технологічні показники роботи МСС;
- оцінка енергетичних затрат на технологічний процес аксіально-роторної молотильно-сепаруючої системи (потужність на привід ротора, сепаруючої частини кожуха ротора і транспортера похилої камери при різних конструктивних і регулювальних параметрах МСС, а також умов подачі маси).

З метою вивчення процесу обмолоту і сепарації в а.р. МСС з тангенціальним заходом маси була створена повнорозмірна лабораторна установка. Вона включала: пересувну молотильно-сепаруючу систему з умовним позначенням П-121; транспортер, що подає валок, довжиною 25 м.; станцію керування і комплекс тензометричної апаратури. Основним компонентом установки є молотильно-сепаруюча система (рис. 4).

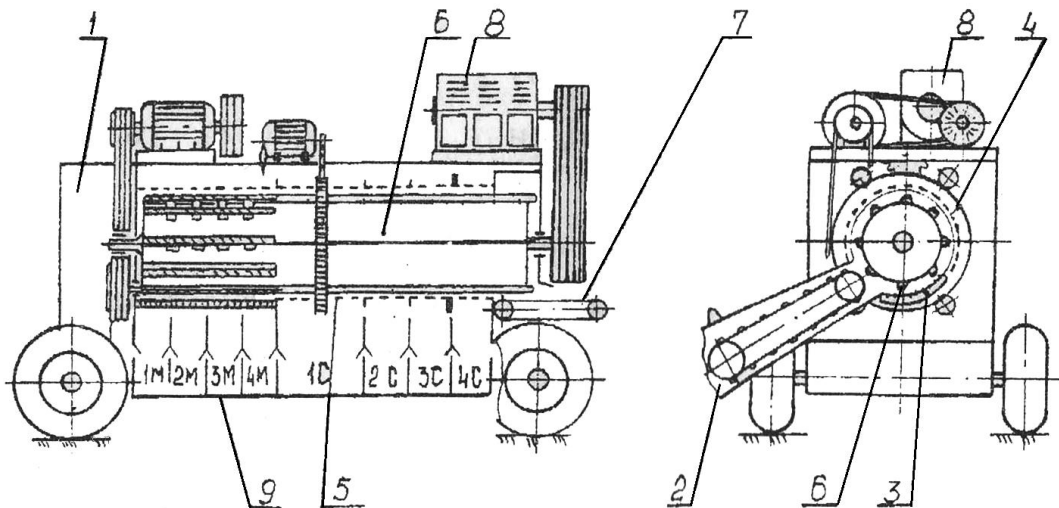


Рис. 6. Схема молотильно-сепаруючої системи установки П-121:

- 1 – рама; 2 – подаюча частина; 3 – прутково-планчаста дека; 4 – сепаруюча решітка молотильної частини; 5 – решітки кожуха сепаруючої частини; 6 – ротор; 7 – вивантажувальний пристрій; 8 – електродвигун приводу ротора; 9 – пробовідбірники

Специфіка проведення досліджень МСС полягає в тому, що крім впливу на результати дослідів змін фактора, дія якого досліджується, має місце вплив ще двох факторів, це – вологість і солонистість маси, що обробляється. Те і друге залежить від природніх умов і підтримувати їх стабільними практично неможливо. Тому лабораторні дослідження в роботі проводились методом трифакторного експерименту. Основні досліди проведені на озимій пшениці "Северодонская".

Роботу МСС оцінювали за показниками сепарації зерна і соломистої фракції, втрат вільним і невимолоченим зерном, подрібнення зерна та засміченості зернового вороху. Енергетичні показники роботи МСС фіксувалися комплексом тензометрування, осцилограми оброблялися за допомогою ЕОМ.

В четвертому розділі приведені результати лабораторних досліджень.

Лабораторні дослідження з метою вивчення впливу швидкості руху машини на показники роботи МСС проводили змінюючи швидкість v_m транспортера, який подає валок ($v_m = 0,83; 1,1; 1,5; 2,0$ м/с).

З метою вивчення впливу способу укладки валка на показники роботи системи проведена серія дослідів. Результати проведених досліджень показують високу ефективність роботи МСС на валках з традиційною орієнтацією стебел, незалежно від напрямку руху комбайна. Повнота виділення зерна молотильною частиною складала 58,6...65,5 %, загальні втрати зерна – 0,17...0,22 %, а його подрібнення – 0,85...2,15 %. Валки сформовані зі зміщенням колосків в один бік доцільно підбирати таким чином, щоб в молотильному просторі МСС колоски проходили максимально можливий шлях. Це дає можливість досягнути повноти виділення зерна в молотильній частині 71,4...77,6 %, загальних втрат зерна – 0,18...0,27 %, при дещо вищому дробленні (3,00...3,30 %). Нехтування цим правилом викликає ріст втрат зерна до 1,28 %.

Для виявлення впливу ступеня попереднього подрібнення хлібної маси на показники роботи МСС була проведена серія дослідів. Довжина різання l маси в досліді складала 10; 20; 30 і 40 мм. Втрати в соломі, повнота виділення зерна і його подрібнення змінились незначно. Збільшення довжини різання хлібної маси з 10 до 40 см змінило показник повноти виділення зерна в молотильній частині МСС всього на 2 % з 68,2 % до 66,1 %, повнота виділення зерна в сепаруючій частині становила 99,2...99,4 %. Із збільшенням довжини різання від 10 до 40 см виявилась тенденція незначного підвищення загальних втрат зерна з 0,19 до 0,21 %. Самим чутливим до ступеня попереднього подрібнення хлібної маси виявився показник подачі половини на очистку. При зменшенні довжини різання з 40 до 10 см подача половини виросла з 2,7 до 3,4 кг/с або на 25,9 %. Зміна довжини різання маси з 10 до 40 см призводить до незначного росту питомої технологічної потужності (з 7,0 до 7,3 кВт·с/кг). Збільшення довжини різання на 10 см дає приріст N_n на 0,1 кВт·с/кг.

З метою вивчення впливу ширини похилої камери на показники роботи МСС проведена серія дослідів. Ширина похилої камери послідовно зменшувалась із сторони першої зони молотильної частини 1М (див. рис. 4) і набувала значень 1000, 860, 730, і 600 мм. Зменшення ширини похилої камери з 1000 до 600 мм призвело до зниження виділення зерна в молотильній частині МСС S_m з 60,0 % до 49,7 % або на 17,2 %, причому вказане зниження відбувається в діапазоні ширини від 800 до 600 мм. Показник S_c повноти виділення зерна в сепаруючій частині залишався на рівні 98,8...99,1 % у всій серії дослідів. Менші величини S_c зафіксовані для дослідів з меншою шириною похилої камери. Загальні втрати зерна зросли з 0,35 % до 0,64 %. Основний приріст втрат одержано при зменшенні ширини від 800 до 600 мм за рахунок вільного зерна в соломі. Втрати зерна недомолотом в соломі у всій серії склали 0,02...0,04 %. При зменшенні ширини на кожні 100 мм подача половини з молотильної частини і всієї МСС знижувалась на 0,075 кг/с. Подрібнення зерна

залишалось практично постійним і збільшувалось з 2,83 до 3,6 % при зменшенні ширини від 850...800 до 600мм. Зменшення ширини похилої камери МСС призводить до незначного зниження питомої технологічної потужності на привід ротора з 9,3 до 8,5 кВт·с/кг.

З метою встановлення оптимального значення кута φ подачі маси в пристрій була проведена серія дослідів. Результати дослідів свідчать, що із збільшенням кута подачі хлібної маси в систему від 2 до 38 градусів показник S_m спочатку повільно зростає від 64,5 % до 67,8 % досягаючи максимуму при значенні кута $\varphi = 28...32^\circ$, а потім має тенденцію до зниження. Загальні втрати зерна в соломі в залежності від напрямку подачі маси із збільшенням кута φ від 2° до 26° знижуються в два рази з 0,4 % до 0,2 % і стабілізуються на цьому рівні, подача половини знижується з 2,7 кг/с до 2,2 кг/с, а подрібнення зерна з 3,3 % до 2 %. Із зростанням кута φ від 2° до 38° питома технологічна потужність на привід ротора зменшилась з 10,4 кВт·с/кг до 8,3 кВт·с/кг.

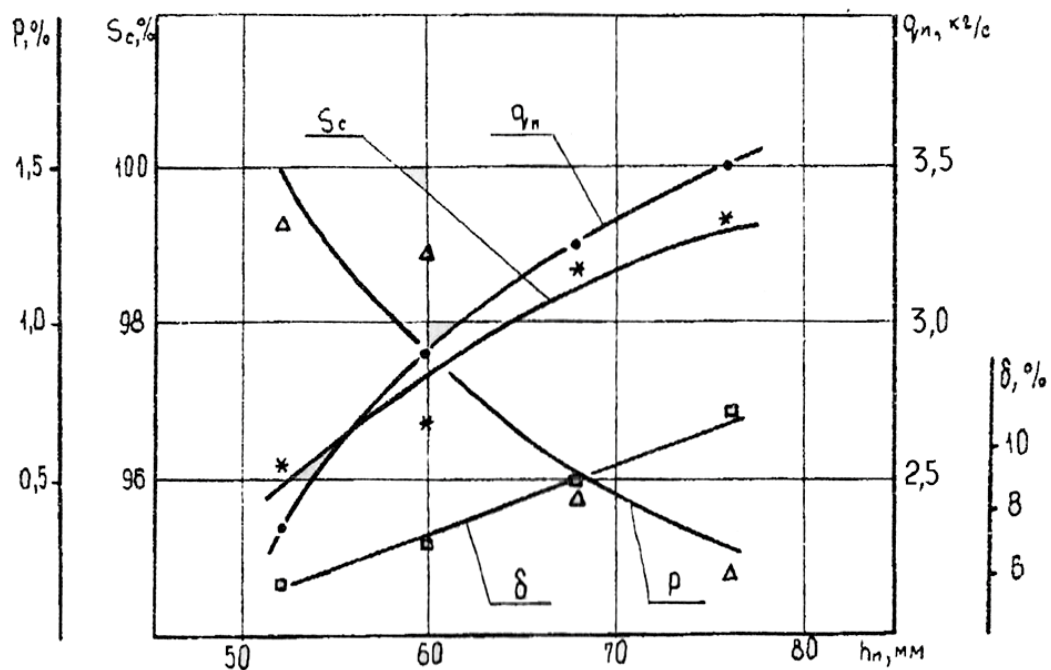


Рис. 5. Залежності показників повноти виділення зерна в сепаруючій частині МСС (S_c), дроблення (δ), подачі половини на очистку (q_n) і загальних втрат (P) від висоти планки ротора h_n

З метою вивчення впливу висоти сепаруючої планки ротора на показники роботи МСС проведена серія дослідів, з висотою планок 52, 60, 68 і 78 мм. Зміна якісних показників роботи системи приведена на рис. 5. Висота планки суттєво впливає на енергозатрати. Збільшення її на 10 мм дає приріст енергозатрат – 0,3 кВт на кожний кілограм приведеної подачі.

З метою вивчення впливу розмірів отворів решіток сепаратора на якісні і енергетичні показники роботи МСС були проведені спеціальні лабораторні дослідження. Для цього були виготовлені чотири комплекти решіток сепаруючої частини кожуха МСС із квадратними отворами які мали розміри 16×16 мм, 19×19 мм, 22×22 мм і 25×25 мм. Отвори на решітках розміщувались таким чином, що відносний "живий" переріз залишався незмінним. Зміна якісних показників роботи МСС в залежності від розмірів отворів решіток кожуха сепаратора приведена на рис. 6. Із збільшенням розмірів отворів від 16×16 до 25×25 мм питома технологічна потужність на привід ротора знизилась з 9,6 до 8,5 кВт·с/кг.

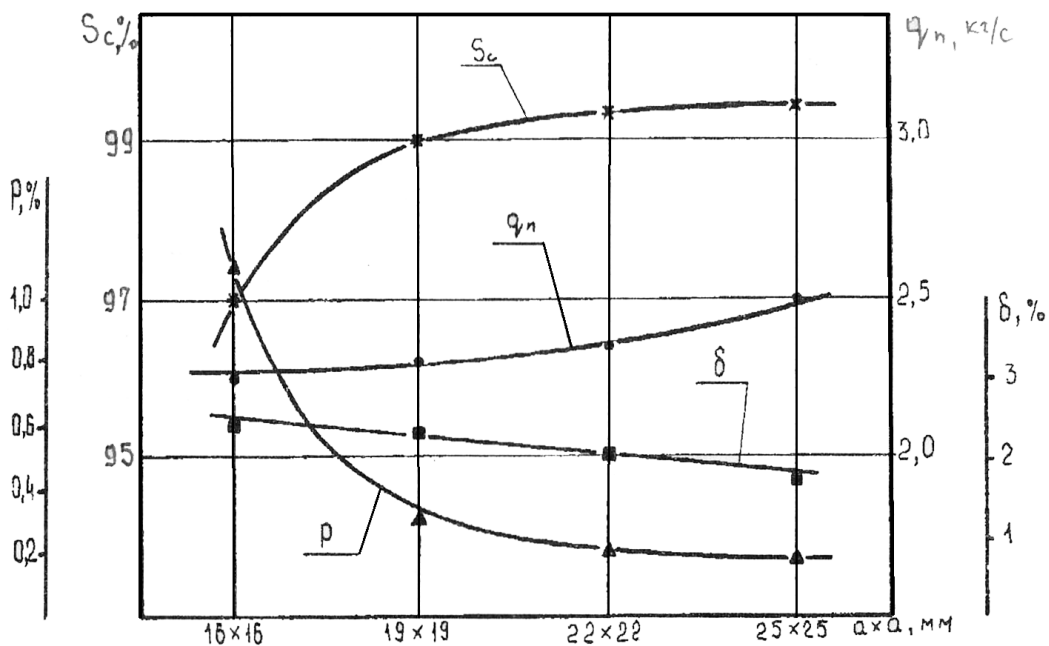


Рис. 6. Залежності показників повноти виділення зерна в сепаруючій частині МСС (S_c), дроблення (δ), подачі половин на очистку (q_n) і загальних втрат (P) від розміру ($a \times a$) отворів решіток сепаратора

Для визначення параметрів отворів, які б забезпечували високу сепаруючу здатність решіток при можливо низькій подачі половин на очистку була розглянута інтенсивність сепарації вороху по зонах сепаруючої частини МСС.

З метою вивчення впливу висоти каналу соломовідводу на якісні і енергетичні показники роботи МСС проведена серія дослідів. Висоті каналу надавали значень 185, 165, 145, і 125 мм. Сепарація зерна в сепаруючій частині МСС виросла з 98,95 до 99,45 %. Причому стрибок показника повноти виділення пройшов при встановленні першого щита над транспортером на відстані 165 мм. Подальше зменшення висоти каналу не вплинуло на повноту виділення зерна. Перехід з відкритого на закритий канал сприяв зниженню загальних втрат зерна з 0,37 до 0,18% або в 2,05 рази. Подальше зменшення висоти каналу до 145 і 125 мм практично не вплинуло на рівень втрат зерна в

соломі (0,20 і 0,21 % відповідно). Подача половини на очистку із зменшенням висоти каналу з 185 до 125 мм зросла з 2,2 до 2,9 кг/с. Із збільшенням висоти каналу відвідного транспортера від 125 до 185 мм питома технологічна потужність необхідна на привід ротора знижується з 9,5 до 9,1 кВт·с/кг.

Дослідженнями передбачалось визначення найменшої допустимої швидкості відводу соломи, при якій технологічний процес в МСС протікає нормально. В ході експерименту швидкість транспортера змінювали ступінчасто (3,1; 3,5; 4,0; 4,5 м/с). Зміна швидкості руху полотна з 3,1 до 4,5 м/с незначно вплинула на повноту виділення зерна в сепаруючій частині, вона знизилась з 99,5 до 99,3 %. Найбільше зниження повноти виділення зерна з 77,8 до 67,8 % і коефіцієнта інтенсивності сепарації з 4,86 до 3,67 1/м (на 25 %) відмічено в останній зоні сепаратора, яка безпосередньо примикає до вивантажувальної камери. Показники повноти виділення зерна в інших зонах МСС залишались стабільними. У вказаному діапазоні зміни швидкості транспортера загальні втрати вільного зерна збільшились практично в 1,5 рази (з 0,17 до 0,26 %). Втрати недомолотом при цьому знаходились в межах 0,02...0,04 %, причому, більші значення відповідали більшій швидкості транспортера. Подача половини на очистку зменшилась з 2,4 до 2,3 кг/с, а подрібнення зерна з 2,4 до 1,6 %. Із збільшенням швидкості соломовідвідного транспортера з 3,1 до 4,5 м/с питома технологічна потужність на привід ротора зменшилась з 9,65 до 9,3 кВт·с/кг.

В п'ятому розділі приведені результати польових випробувань і оцінена економічна ефективність експериментального комбайна ПК-12 №2, який було обладнано дослідною МСС.

Агротехнічна оцінка зернового варіанта комбайна ПК-12 №2 в польових умовах проводилася на експериментально-дослідницькому комплексі ГСКБ по машинах для збирання зернових культур і самохідних шасі (м. Таганрог). Об'єктом для порівняння служив причіпний зернозбиральний комбайн ІН-1482 з аксіально-роторною МСС виробництва фірми "Case-International" (США). Випробування проводили на підборі валків ячменю "Зерноградський 73". Результати польових випробувань (рис. 7) підтвердили перевагу комбайна ПК-12 №2 з оптимізованими параметрами МСС.

Загальні втрати зерна за МСС комбайна ПК-12 №2 знаходилися в межах 0,30...0,62 %, при 1 % допустимих. Подрібнення зерна у всіх комбайнів змінювалось від 0,7 до 0,96 % без виявленої залежності від подачі.

Агротехнічна оцінка рисового варіанта комбайна ПК-12 №2 в польових умовах на збиранні рису проводилася на полях РПНЗ "Красноармейський" Краснодарського краю агротехнічним відділом Кавказького філіалу всесоюзного науково-дослідного інституту механізації сільського господарства (СКФ ВІМ). Об'єктом для порівняння служив серійний рисозбиральний комбайн СКГД-6 "Колос". Випробування проводились на підборі валків рису сорту "Спальчик". Результати польових випробувань приведені на рис. 8.

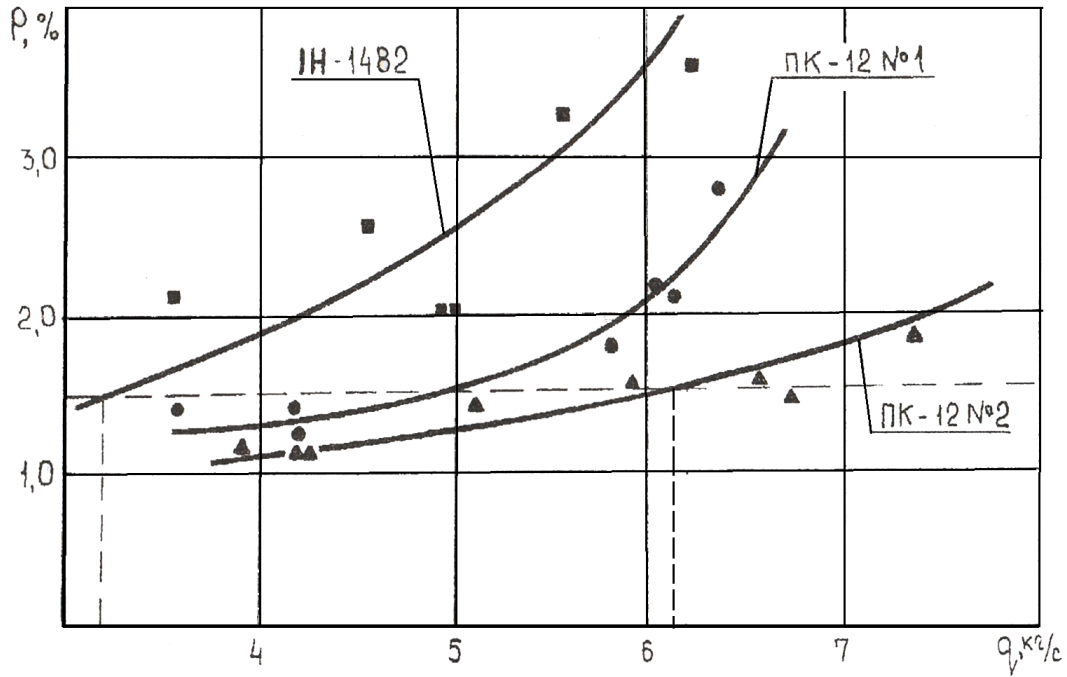


Рис. 7. Графіки залежності загальних втрат зерна за комбайнами ІН-1482, ПК-12№1 і ПК-12 №2

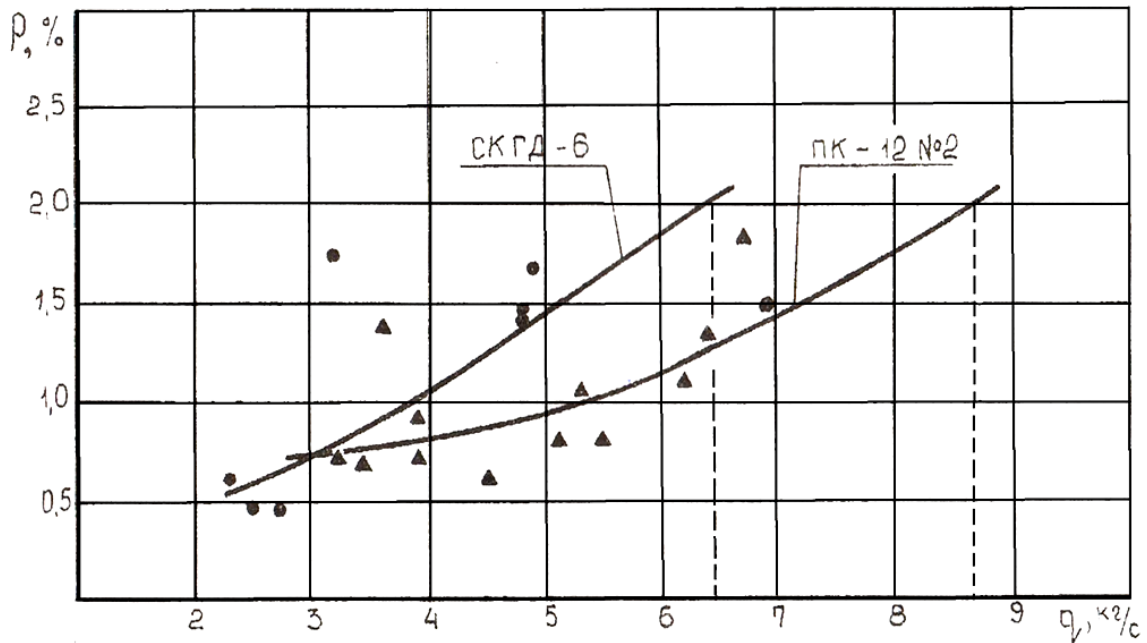


Рис. 8. Графіки залежності загальних втрат зерна рису за комбайнами ПК-12 №2 і СКГД-6 (еталон)

Основна частка втрат (46...89 %) за комбайном ПК-12 №2 припадала на вільне зерно в полові, тобто експериментальна пневмоінерційна очистка, що була встановлена на ньому, не забезпечувала якісної обробки мілкозерносоломистого вороху.

Економічні розрахунки проведені за відомими методиками. За об'єкт для порівняння прийнято причіпний зернозбиральний комбайн ІН-1482, фірми "Case-International" (США).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. На основі системного аналізу теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що за сукупністю конструктивних, технологічних та експлуатаційних параметрів найбільш перспективними є технологічні процеси у виконанні моноагрегатних аксіально-роторних молотильно-сепаруючих систем, які мають в 1,5...3 рази вищу інтенсивність процесу сепарації зерна.

2. Теоретично обґрунтовано, що в якості сепаруючих поверхонь кожуха ротора а.-р. МСС слід застосовувати гладкі перфоровані решітки з квадратними або круглими отворами, відносний "живий" переріз яких на 15...20 % більший, ніж у інших типів сепаруючих поверхонь. Встановлено, що раціональний розмір отворів знаходиться в межах 14...25 мм. при діаметрі кожуха 650...860 мм.

3. Аналітично визначені параметри гвинтового руху вороху в робочому просторі а.-р. сепаратора. Необхідна якість виконання технологічного процесу забезпечується при швидкості руху вороху 11...17,5 м/с, а кут нахилу вектора швидкості до твірної кожуха на поверхнях без направляючих – 86...87°.

4. Розроблено і виготовлено соломовивантажувальний пристрій та експериментальну а.-р. МСС з тангенціальним заходом маси для лабораторної установки П-121 і комбайна ПК-12 №2 з широким діапазоном зміни конструктивних і технологічних параметрів технічна новизна яких захищена чотирма авторськими свідоцтвами на винаходи.

5. Теоретично та експериментально встановлено, що раціональні режими роботи досліджуваної МСС мають місце при:

- швидкості руху комбайна 1,1...1,3 м/с;
- ширині заходу маси 850...900 мм;
- напрямку подачі маси (φ) 28...32°;
- розмірах отворів першої зони кожуха сепаруючої частини МСС – 25×25 мм, і другої зони – 19×19...22×22 мм;
- висоті каналу соломовідводу в межах 150...170 мм;
- швидкості відводу соломи 3,5...4 м/с.

6. За результатами польових випробувань встановлено, що пропускна здатність дослідного комбайна ПК-12 №2 на підборі валків ячменю в 1,94 рази вища, ніж у контрольного комбайна ІН-1482, і в 1,2 рази вища ніж у комбайна ПК-12 №1. Пропускна здатність МСС комбайна ПК-12 №2, при цьому, в 1,4 рази вища, ніж у комбайна ПК-12 №1. Пропускна здатність рисового варіанту

комбайна ПК-12 №2 в польових умовах на підборі валків рису, при рівні втрат 2 % склала 8,7 кг/с, що у 1,32 рази вище ніж у контрольного комбайна СКГД-6.

7. Висока сепаруюча спроможність, надійність в роботі і простота конструкції експериментальної МСС дозволяє її застосування в зернозбиральних комбайнах з пропускною здатністю 10...12 кг/с, при цьому затрати праці зменшаться на 48 %. Річна економія від використання одного комбайна складає 13 310 грн.

ПУБЛІКАЦІЇ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ткаченко І. Г. Граничні розміри отворів сепаруючих поверхонь аксіально-роторних молотильно-сепаруючих систем. – В кн.: Вісник аграрного університету. Том 3. Механізація сільськогосподарського виробництва. – К., 1997, с. 73-78.

2. Ткаченко І. Г. Зернозбиральні комбайни аксіально-роторного типу. - В кн.: Вісник аграрного університету. Том 3. Механізація сільськогосподарського виробництва. – К., 1997, с. 36-39.

3. Ткаченко І. Г. Типи і параметри сепаруючих поверхонь аксіально-роторних молотильно-сепаруючих систем: – В кн.: Вісник аграрного університету. Том 3. Механізація сільськогосподарського виробництва. – К., 1997, с. 18-22.

4. Клєнин Н. И., Ломакин С. Г., Ткаченко И. Г. и др. Молотильно-сепарирующее устройство аксиально-роторного типа. – В кн.: Вузовская наука – производству. Сборник. МИИСП. – М., 1988, с. 28-31.

5. Ломакин С. Г., Бердышев В. Е., Ткаченко И. Г. и др. Аксиальное молотильно-сепарирующее устройство. А.с. № 1676501 СССР, МКИ А 01 F7/06 Заявлено 11.07.89. Опубл. 1991. Бюл. №34.

6. Ломакин С. Г., Бердышев В. Е., Ткаченко И. Г. и др. Выгрузная камера аксиально-роторного молотильно-сепарирующего устройства. А.с. №1391533 СССР, МКИ А 01 F7/00. Заявлено 01.07.86. Опубл. 1988. Бюл. №16.

7. Ломакин С. Г., Бердышев В. Е., Ткаченко И. Г. и др. Оптимизация параметров аксиально-роторного МСУ для базового комбайна пропускной способностью 10...12 кг/с и его модификаций для нечерноземной зоны и уборки риса. Научный отчет по теме 2-85 МИИСП, ВНИЦентр №ГР 01860053204, инв. № 02880031618. – М., 1989. ч. I. – 148 с., ч. III. – 175 с.

8. Ярмашев Ю. Н., Запанди В. А., Ткаченко И. Г. и др. Выгрузная камера аксиально-роторного молотильно-сепарирующего устройства. А.с. №1284472 СССР, МКИ А 01 F7/06. Заявлено 01.04.85. Опубл. 1987. Бюл. №3.

9. Ярмашев Ю.Н., Запанди В.А., Ткаченко И.Г. и др. Выгрузная камера аксиально-роторного молотильно-сепарирующего устройства. А.с. № 1367909 СССР, МКИ А 01 F7/06. Заявлено 29.04.86. Опубл. 1988. Бюл. №3.

Аннотация

Ткаченко И. Г. Обоснование параметров технологического процесса аксиально-роторной молотильно-сепарирующей системы с тангенциальным заходом массы. Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – механизация сельскохозяйственного производства. Луцкий индустриальный институт. Луцк. 1997.

Защищается 5 печатных работ и 4 авторских свидетельства, которые содержат теоретические и экспериментальные исследования параметров сепарирующих поверхностей и траектории движения продуктов обмолота в аксиально-роторном сепараторе, а также обоснование параметров процесса выгрузки обработанной соломы. На основании проведенных исследований разработана конструкция аксиально-роторной молотильно-сепарирующей системы с тангенциальным заходом массы и соломоотводящего устройства, обоснованы рациональные режимы их работы.

Summary

Tkachenko I. G. Substantiation parameters of technological process axial-flow thresh and separation system from tangential entrance mass. Manuscript.

Thesis for a candidate of technical science degree on specialized fields 05.20.01 – mechanization of agricultural production. The Lutsk Industrial Institute. Lutsk. 1997.

Defended 5 published and 4 author's certificates which contain theoretical and experimental researches of parameters separation surface and trajectory movement products of threshing in axial-flow separate and substantiated parameters process unloading treatment straw. On the basis of conducted investigations worked out the design axial-flow thresh and separation system from tangential entrance mass and straw taken arrangement. Substantiated rational conditions them of work.

Ключові слова:

аксіально-роторна молотильно-сепаруюча система, сепарація, спаруючі поверхні, солома, соломовивантажувальний пристрій.