

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП України

01.01. – МР.1943 «С», 2022.12.30, 029. ПЗ

НУБІП України

КОСТЕНКО МАКСИМ ВОЛОДИМИРОВИЧ

НУБІП України

2023

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 631.345.3

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-
технологічного факультету
Вячеслав

БРАТІШКО
(підпис)

« » листопада 2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських
машин та системотехніки імені
академіка П.М. Василенка
Юрій ГУМЕНЮК

(підпис)

« » листопада 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БІТЕРА ОБЧІСУВАЛЬНОЇ
ЖАТКИ»

01.01.-МР.1943 «С». 2022.12.30.029. ПЗ

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

доктор технічних наук, професор

Братішко В.В.

(підпис)

Керівник кваліфікаційної магістерської роботи:

канд. іст. наук, доцент

Деркач О.П.

(підпис)

Виконав:

Костенко М.В.

(підпис)

Київ-2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

Механіко-технологічний факультет

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри сільськогосподарських
машин та системотехніки імені

академіка П.М. Василенка

НУБІП України

К.Т.Н., доц. _____ Юрій ГУМЕНЮК

(підпис)

« » 2023 р.

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

КОСТЕНКУ МАКСИМУ ВОЛОДИМИРОВИЧУ

НУБІП України

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Обґрунтування параметрів бітера
обчисувальної жатки», затверджена наказом ректора від «30» грудня 2022 р.

№1943 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023.11.15.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: технології та технічні
засоби для збирання зернових культур на корені.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

НУБІП України

1. Аналіз технологій збирання зернових культур з використанням обчисувальних

пристроїв зернозбиральних комбайнів.

2. Теоретичні передумови обґрунтування параметрів обчисувального пристрою.
3. Польові дослідження зернозбирального комбайна з експериментальним обчисувальним пристроєм.

Перелік графічних матеріалів:

- Лист 1. Класифікація збиральних технологій.
- Лист 2. Жатка обчисувальна ЖОН-6. Складальне креслення.
- Лист 3. Жатка обчисувальна ЖОН-6. Схема функціональна.
- Лист 4. Бітер-відбивач. Складальне креслення.
- Лист 5. Схема обчисувального пристрою.
- Лист 6. Графік залежності відношення пасивної і активної зон від радіуса бітера-відбивача.
- Лист 7. Залежність втрат зерна від швидкості руху комбайна.
- Лист 8. Залежність якісних показників роботи обчисувального пристрою від подачі.
- Лист 9. Залежність зміни вмісту вільного зерна в зерновій частині обчесаного вороху від фактичної подачі.
- Лист 10. Техніко-економічні показники.

Дата видачі завдання: 14.09.2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

канд. іст. наук, доцент

Деркач О.П.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання:

Костенко М.В.

(підпис)

РЕФЕРАТ.....5

ВСТУП.....7

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ**КУЛЬТУР З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЧІСУВАЛЬНИХ****ПРИСТРОЇВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ.....9**

1.1. Тенденції розвитку технологій збирання зернових культур.....9

1.2. Використання обчисувальних пристроїв

для збирання зернових культур.....18

1.3. Пошукові дослідження обчисувального пристрою.....36

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ОБҐРУНТУВАННЯ**ПАРАМЕТРІВ ОБЧІСУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.....43**

2.1. Аналітичні залежності з обмолоту зернових

культур на корені.....43

2.2. Графоаналітичний аналіз роботи обчисувального
пристрою з бігером-відбивачем.....492.3. Дослідження динаміки руху зерна по напрямній
поверхні верхнього кожуха.....642.4. Теоретичне визначення енергетичних параметрів
обчисувального барабана та бігера-відбивача
обчисувального пристрою.....68**РОЗДІЛ 3. ПОЛЬОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО****КОМБАЙНА З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ****ОБЧІСУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ.....77**3.1. Будова польової експериментальної установки
для обмолоту рослин на корені.....77

3.2. Проведення агротехнічної оцінки обчисувального пристрою...81

3.3. Порівняльні дослідження обчисувального пристрою
з різними діаметрами бігера-відбивача.....85

3.4. Результати роботи зернозбирального комбайна

з експериментальним обчисувальним пристроєм
на збиранні рису..... 90

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО

КОМБАЙНА З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ

ОБЧІСУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ..... 93

НУБІП України

ВИСНОВКИ..... 103

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 105

ДОДАТКИ..... 117

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Важливим фактором при збиранні сільськогосподарських культур є підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів при зменшенні втрат зерна, тому удосконалення технічних засобів для збирання зернових культур є актуальним питанням.

Найактуальнішими проблемами під час збирання врожаю є підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів, зменшення втрат зерна, забезпечення високої якості робіт. Нині у господарствах на 95% комбайни морально і фізично застаріли, а втрати зерна сягають 15...20 і більше відсотків [127].

Першочерговим завданням є оновлення зернозбиральної техніки високопродуктивними моделями комбайнів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, щорічна технологічна потреба в яких становить близько 5000 машин.

Одним із напрямів істотного зниження напруженості під час збирання зернових культур, зменшення втрат і потреби в техніці є підвищення пропускної спроможності комбайнів шляхом обладнання їх жниварками обчісувального типу [34, 35, 37, 58, 73, 74, 82, 93, 118, 119, 122, 123, 127].

Однак процес обчісування колосків із мінімальними втратами зерна недостатньо досліджений, а конструкція робочих органів потребує додаткових досліджень та обґрунтувань.

Мета роботи: збільшення продуктивності серійного зернозбирального комбайна, зниження втрат та покращення якості збирання врожаю шляхом використання жатки обчісувального типу.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес обмолоту зернових культур на корені.

Предмет дослідження. Закономірності взаємодії робочих органів бітера-відбивача і обчісувального барабана жатки обчісувального типу.

Наукова новизна полягає в обґрунтуванні конструктивних параметрів бітера-відбивача двохбарабанного обчісувального пристрою, що дало змогу

значно підвищити ефективність процесу збирання зернових культур.

Практичне значення одержаних результатів. Запропонована конструкція експериментального обчисувального пристрою підвищила продуктивність серійного зернозбирального комбайна в 1,5-2,0 рази, знизила загальні втрати зерна за комбайном до 0,6-1,0% на пшениці і до 1,4-2,0% на рисі, а також зменшила подрібнення бункерного зерна до 0,8-1,0%.

Методика досліджень. Теоретичні дослідження проведено з використанням методів теоретичної механіки, математичного аналізу та моделювання. Дослідження проводилися на спеціально виготовленій

лабораторній установці з використанням тензометрування та фотозйомки. Під час визначення якісних показників роботи обчисувальних пристроїв застосовувалося математичне планування експериментів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ

КУЛЬТУР З ВИКОРИСТАННЯМ ОБЧІСУВАЛЬНИХ ПРИБОРІВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

1.1. Тенденції розвитку технологій збирання зернових культур

Виробництво зернових культур характеризується різними способами їх обробитку та збирання. Причому збирання хлібів було і залишається найбільш напруженим періодом не тільки для сільського господарства, а й для галузей, що переробляють сільськогосподарську сировину. Тому технології та засоби збирання зернових культур постійно удосконалюються. Особливого імпульсу цьому процесу надала необхідність інтенсифікації зернового господарства. Практично єдиним шляхом подальшого зростання виробництва зерна є підвищення культури землеробства. Кінцева її мета - зростання врожайності, зниження втрат під час збирання, збереження високої якості зерна, скорочення строків збирання. Усі ці фактори залежать від прийнятої технології збирання [94]. Питанням збирання зернових культур і способам його здійснення присвячено безліч робіт [2-5, 25, 31, 32, 34, 35, 37, 40, 45, 49, 52, 56, 57, 59, 60-64, 91, 92, 94-97, 122]. Створення і використання нової високопродуктивної та комфортабельної сільськогосподарської техніки прямо веде до підвищення продуктивності праці, повнішого завантаження техніки, скорочення металоемності та поліпшення основних економічних показників.

Усі машинні технології збирання зернових можна розділити на комбайнові та некомбайнові (рис. 1.1) [71].

У комбайнових технологіях як основний польовий агрегат використовується зернозбиральний комбайн, потоки зерна і незернової частини при цьому розділені.

Із розвитком матеріально-технічної бази сільського господарства у збиральних технологіях широкого поширення набуває комбайнове збирання зернових. Комбайни - складні агрегати, що поєднують у собі одночасно функції жнивarki, молотarki та копнителя. Використання прямого комбайнування

скорочує терміни збирання, знижує витрати ручної праці, підвищує продуктивність. З іншого боку складність і недосконалість конструкції комбайнів, низька якість технологічного складання, застосування необхідної, але ненадійної електроніки призвело до підвищеного відсотка втрат і подрібнення зерна, зниження робочих швидкостей. Пряме комбайнування ефективне за вологості хлібної маси не більш як 20%, у районах, де спостерігаються несприятливі умови (туман, дощ, сильна роса) терміни збирання затягуються, втрати зростають [122]. Недоліком даної технології є залежність від погодних умов, складність використання у вологих кліматичних зонах і на полях із низькою соломистістю, а також підвищені втрати зерна та низька якість збирання незернової частини врожаю [93].

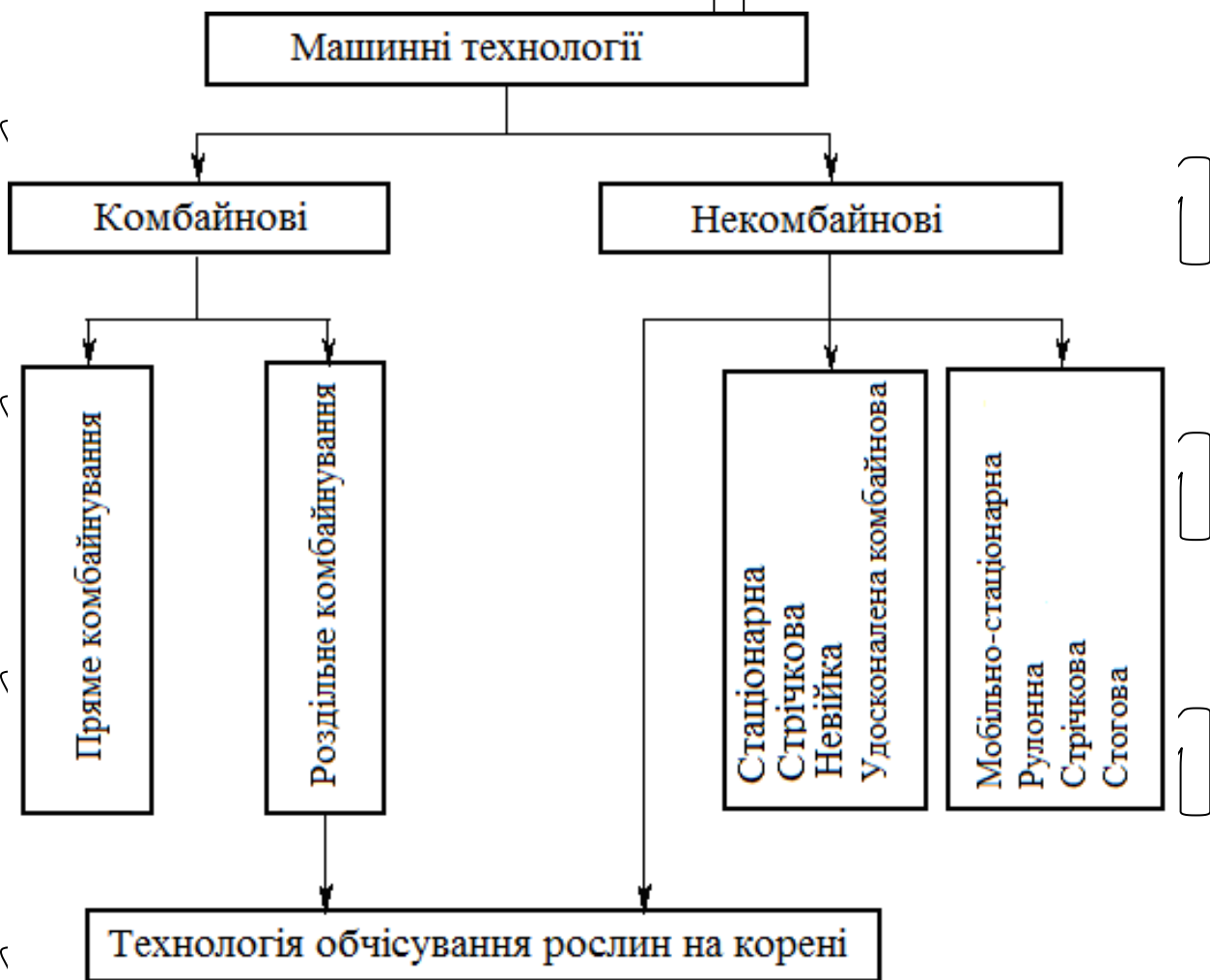


Рис. 1.1. Класифікація збиральних технологій

Комбайни в даний час основні машини, що прибирають зернові, зернобобові та круп'яні культури, рис, кукурудзу на зерно, соняшник, насінники трав і низку інших технічних і овочевих культур. Спеціальні пристосування для комбайнів дають змогу збільшити кількість зібраних культур до 50 видів.

Перевагою прямого комбайнування є те, що зерно збирають у результаті проходу однієї машини, це позитивно позначається на структурі прибирального поля. Недолік - нерідко підвищена засміченість і вологість зернового вороху, низька продуктивність на засміченій хлібній масі [94].

В основних зерновиробничих регіонах України оптимальним варіантом збирання є поєднання прямого комбайнування та роздільного збирання [55]. До переваг роздільного збирання слід віднести можливість одержання сухого зерна, високу чистоту зернового вороху, що зменшує витрати на післязбиральну обробку. Роздільна технологія дає змогу проводити збирання на забур'янених полях, схильних до вилягання та осипання, а також на нерівномірно дозріваючих зернових культурах.

Найслабшою ланкою в традиційних технологіях є зернозбиральний комбайн, хоча на зміну малопродуктивним причіпним машинам 50...60 років прийшли самохідні СК-5, СК-6, пропускна спроможність яких за вологості зерна 10...15% становить 5...6 кг/с. Останніми роками "Ростсельмаш" випускає високопродуктивні комбайни ДОН-1200, ДОН-1500 з пропускною спроможністю відповідно 6...7, 8...9 кг/с. Для збирання чезернової частини врожаю комбайни обладнуються копачем або подрібнювачем соломи, комплектація залежить від використовуваної в господарстві технології. Солома - це цінний корм для тваринницького комплексу. Залишити в полі якомога менше соломи - одне з важливих завдань будь-якої технології. Дослідження показали, що після проходу зернозбирального комбайна на полі залишається до 3% соломи [94].

У некомбайнових технологіях зерно і солома у вигляді цільної або подрібненої хлібної маси прибираються з поля одночасно й обробляються в єдиному потоці на стаціонарі. Некомбайнові технології можна поділити на

стаціонарні, напівстаціонарні та стаціонарні пересувні. Польові машини тут працюють на інших принципах, ніж комбайни, виконуючи простіші операції зі збирання врожаю [95].

Не торкаючись конструктивних подробиць, розглянемо нові технології, їхні переваги та недоліки.

Одна з перших стаціонарних технологій - трифазна. На початку 60-х років проходило її випробування. Збиральний процес складався з таких операцій: скошування у валки, підбір валків з подрібненням, вивезення хлібної маси на стаціонарний пункт, оброблення врожаю з виділенням зерна і соломи, очищення

зерна. Переваги: висока якість зерна, можливість використання електроенергії, отже, економія дизельного палива. Основні недоліки технології в слабкому матеріально-технічному забезпеченні: низькопродуктивні машини, відсутність надійних транспортерів, труднощі з перевезенням усього біологічного врожаю [70].

У найбільш ранній період розвитку переваги та ефективність стаціонарних технологій підтверджувалися дослідженнями вчених. Продуктивність збільшувалася на 20%, підвищувалася врожайність на 0,1...0,2 т/га, зменшувалися витрати праці [70].

Кубанська технологія принципово не відрізнялася від трифазної. Використання спеціальної польової машини дає змогу уникнути операції скошування у валок і підбирання валків, тобто виключається одне з джерел втрат. Дві технологічні операції об'єднуються в одну. Під час проходження подрібненої хлібної маси сушильно-сепарувальною лінією виділяється виключно незбиране, нетравмоване зерно з високими посівними й технологічними якостями. Надалі маса проходить домолот на високопродуктивному агрегаті, що складається з комбайна СК-6 або СК-10.

Незернова частина (солома і полова) транспортується і складається. За відстані перевезення понад 5 км доцільно використовувати напівстаціонарні пункти обробки маси. Очисне обладнання пункту розраховане на збирання за добу 35...40 га врожайністю до 10 т хлібної маси [50, 51].

У найбільш ранній період розвитку переваги та ефективність стаціонарних технологій підтверджувалися дослідженнями вчених. Продуктивність збільшувалася на 20%, підвищувалася врожайність на 0,1..0,2 т/га, зменшувалися витрати праці [70].

Кубанська технологія принципово не відрізнялася від трифазної. Використання спеціальної польової машини дає змогу уникнути операції скошування у валок і підбирання валків, тобто виключається одне з джерел втрат. Дві технологічні операції об'єднуються в одну. Під час проходження подрібненої хлібної маси сушильно-сепарувальною лінією виділяється

виключно незбиране, нетравмоване зерно з високими посівними й технологічними якостями. Надалі маса проходить домолот на високопродуктивному агрегаті, що складається з комбайна СК-6 або СК-10.

Незернова частина (солома і полова) транспортується і складується. За відстані перевезення понад 5 км доцільно використовувати напівстаціонарні пункти обробки маси. Очисне обладнання пункту розраховане на збирання за добу 35...40 га врожайністю до 10 т хлібної маси [50, 51].

Стогова технологія збирання полягає в тому, що скошена або підбрана з валків маса збирається в кузов жниварки-стійкоутворювача, вивозиться на край поля і вивантажується у вигляді завершених стогів. Під час збирання хлібної маси в кузов відбувається її ущільнення. Це підвищує опірність стогів вітровій ерозії та опадам. У такому стані стоги можуть перебувати досить тривалий час.

Потім стоги обмолочують мобільною молотаркою, солома і полова збираються спільно або роздільно. Обмолот проводять не в спішному порядку за 10 днів, а за 30...50 днів. Скорочується число молотарок, послаблюється транспортна напруженість, зменшується потреба в механізаторських кадрах. Недоліки: складність дозування хлібної маси зі стогів, незначне скорочення вантажно-розвантажувальних робіт, втрати зерна під стіг, низька якість зерна при тривалому вимоканні стогів [70, 91].

Для зон підвищеної та надлишкової вологості розроблено технологію збирання "гігрокомплекс". Хлібна маса в таких зонах характеризується високою

вологістю зерна і незернової частини (25...35%), полеглим і засміченим хлібостоєм, високою соломистістю і нерівномірним дозріванням, важкими умовами переєсування по полях і дорогах. Застосування комбайнової технології призводить до зниження продуктивності праці та великих до 10% втрат [70].

Щоб уникнути втрат і зберегти якість зерна та незернової частини за будь-яких погодних умов, у схему збиральної технології включають сушіння. Нові технології для таких умов розробили фахівці Латвійської СГА. Збирання проводять у такій послідовності. Хлібну масу скошують з одночасним подрібненням, завантажують у транспортний засіб і перевозять на стаціонар, де

проводять спочатку сушіння, а потім обмолот. Як польову машину використовують Е-281 і КСК-100 налаштовані на максимальну довжину різання 120...150 мм. Використання технології дає змогу скоротити втрати зерна і солом

в середніх умовах з 9 до 4%, а у важких умовах з 17 до 5%. Перевірка технології показала, що польова машина вимолочує 60...90% зерна, перед обмолотом цю масу необхідно відсепарувати, бо в молотарці зернозбирального комбайна зерно зазнає ушкодження. Випробування дали змогу зробити висновок про неефективність зернозбиральних комбайнів у стаціонарних технологіях. Друга схема стаціонарного пункту передбачає сушіння всього врожаю до обмолоту.

Подрібнена маса завантажується шаром 1,5...2 м у підлогові сушарки, після 2...3 днів активного вентилявання атмосферним або теплим повітрям проводять обмолот за першою схемою. Підлогові сушарки знаходяться в критих приміщеннях. Використання теплогенераторів, вентиляторів і повітропроводів накладає на технологію додаткові капіталовкладення, що дещо здорожує собівартість одержуваної продукції [51, 70, 95].

В основу технології СибІМЕ покладено дослідження з дозрівання врожаю в стогах і скиртах, сформованих у фазі воскової стиглості. Польовий агрегат скошує хлібну масу і завантажує повітряним потоком у візок. Хлібну масу на стаціонарі формують у скирти (2,5х9,0х9,0 м) з вентиляційним каналом. Просушують і обмолочують комбайнами. Недолік технології у великій кількості вантажно-розвантажувальних робіт, а це додаткові втрати зерна, підвищена

витрата палива [59, 70].

Шляхом удосконалення технології збирання зернових в умовах підвищеної вологості працюють науковці та практики в країнах Західної Європи.

Так, наприклад, в Англії, де кліматичні умови не дають змоги вирощувати високоякісне зерно, фуражне зерно отримують шляхом обмолоту з попереднім подрібненням хлібної маси.

Ще на початку 50-х років інженери із сільськогосподарської техніки з університету в Дурхеми застосували один із різновидів силосозбирального комбайна, подальше вдосконалення якого призвело до створення спеціальних польових машин.

У низці НДІ України, а також ближнього й далекого зарубіжжя знаходить застосування технологія збирання зернових культур методом обмолоту рослин на корені. Як показують пошукові дослідження, ця технологія може здійснюватися різними способами:

1. З використанням серійного зернозбирального комбайна (Додаток А, рис. А.1).

2. З використанням як енергетичного засобу КПС-5Г або інших енергетичних засобів, таких як "Марал", МПУ-150, з подальшим домолотом і зерноочищенням на стаціонарі (Додаток А, рис. А.2, А.3).

3. З використанням причіпного комбайна (Додаток А, рис. А.4), енергетичним засобом для яких передбачено трактор.

4. У перспективі створення принципово нового зернозбирального комбайна, спеціально для роботи з навісними вичісувальними пристроями.

Альтернативним напрямом істотного зменшення напруженості під час збирання зернових культур, зменшення витрат і потреби в техніці є підвищення в 1,5-2 рази пропускної спроможності комбайнів шляхом оснащення їх жниварками очесувального типу. Спосіб збирання зернових, насінневих трав, рису та інших культур із використанням обчісувальних жниварок (на відміну від

традиційних, коли зрізається і подається в молотарку комбайна вся хлібна маса з бур'янистими рослинами) полягає в обмолоті (обчісуванні) колосувальних або суцвіть без зрізання стебел. При цьому збираються найцінніші складові врожаю

- зерно та солома, забезпечується значне зменшення надходження маси до комбайна, що дає змогу майже вдвічі збільшити його продуктивність, зменшити втрати та пошкодження зерна, а також майже на половину знизити витрати палива, уникнути поломок і передчасного старіння комбайнів.

Проведені в УкрЦВТ багаторічні випробування жниварок, що обчислюють [82, 94, 127] свідчать, що в разі обладнання комбайна СК-5 "Нива" жнивваркою, що обчислює, його продуктивність зростає вдвічі і становить 12-14 т/год за допустимих втрат зерна до 1,5%, тобто дорівнює продуктивності комбайна "ДОН-1500". При цьому значно (на 50-60%) знижуються витрати палива,

комбайн працює з меншим навантаженням і практично без поломок. Така технологія збирання хлібів дедалі більше знаходить застосування в Канаді, США, Англії, Франції, Китаї, Австралії та інших країнах. Для цього застосовуються відпрацьовані й вискоєфективні конструкції очесувальних

жатонок фірми "Шельборн Рейнольдс" (Англія). У 1990 році в Англії комбайн "Командор 228" фірми "Клаас" із такою обчисувальною жнивваркою встановив світовий рекорд із продуктивності, намолотивши за день 358 тонн зерна з площі 44,5 га. При цьому його продуктивність з мінімальними втратами (до 1%) і високою якістю обмолоту становила 44,8 т/год або 5,6 га/год, середня швидкість

комбайна 9 км/год [55].

У 1998 році 6-метрова жнивварка цієї фірми пройшла випробування в Україні під час збирання озимої пшениці, ячменю та рису. Комбайн ТС-57 фірми "Нью-Холланд" (аналог комбайна СК-5 "Нива") на збиранні ячменю забезпечив продуктивність 16,7 т/год. або 5,1 га/год., тоді як звичайною жнивваркою - 5,6 т/год. (1,7 га/год.). На збиранні озимої пшениці продуктивність такого комбайна з обчисувальною жнивваркою майже втричі вища, як порівняти зі звичайною, і становила 21,7 т/год.

Під час збирання рису в Херсонській області вітчизняний комбайн "Лан", обладнаний обчисувальною жнивваркою "Шельборн Рейнольдс", прибирав рис за один прохід, а зі звичайною здійснював подвійний обмолот після скошування у валок. Продуктивність комбайна "Лан" з обчисувальним пристроєм становила 9,8

т/годину, втрати до 2%, а дроблення до 3% [94], що відповідає агро вимогам і є значно вищим, як порівняти з традиційною технологією збирання.

Однією з важливих переваг технології є те, що збирання врожаю з високою продуктивністю можливе за високої вологості соломки, забур'яненості та полеглості рослин. Це дає можливість не тільки збільшити продуктивність, а й збільшити період роботи комбайна протягом дня, в ранкові та вечірні години.

У результаті огляду технологій збирання зернових культур, проаналізувавши переваги та недоліки яких, можна визначити два

найприйнятніші способи. Перший спосіб - це пряме комбайнування, що є нині найбільш використовуваним не тільки в Україні, а й у світі. Другий найбільш

перспективний - це обмолот рослин на корені. Як видно з огляду технологій, обмолот рослин на корені має низку серйозних переваг під час збирання різних

зернових культур. Під час збирання рису обмолот рослин здійснюється за один прохід. Під час збирання трав значно зменшуються втрати осипом унаслідок

створення повітряного потоку робочими органами, що винісують. Під час збирання способом обмолоту рослин на корені має місце м'який режим

обмолоту, що дає змогу забезпечити наявність насінневого не травмованого матеріалу. Як показали дослідження цього способу збирання зернових культур,

обчисувальні пристрої, що навішуються на серійні зернозбиральні комбайни, також дають змогу забезпечити повне збирання врожаю, збільшити якість

збирання за умови збільшення робочих швидкостей, скорочення термінів збирання і зниження витрат палива на одиницю продукції. Усе це прямим або

непрямим чином позитивно позначається на екології порівняно з наявними способами збирання.

Аналіз технологій збирання зернових культур показує, що пристрій для вичісування та серійний зернозбиральний комбайн є ефективним поєднанням

для реалізації технології вичісування рослин зернових культур на корені.

1.2 Використання обчисувальних пристроїв для збирання зернових культур

Зростання кількості винаходів у галузі збирання зернових культур методом

вичісування на корені свідчить про актуальність і перспективність цього способу збирання. Метод вичісування є більш продуктивним, порівняно з традиційними методами збирання, знижується витрата палива та щитомі експлуатаційні витрати.

Проведені патентні дослідження дали змогу простежити тенденцію розвитку нового способу збирання.

У ВНДІ рису в 1972 році було проведено лабораторні дослідження [31, 35, 36] процесу вичісування рису на корені за допомогою пристрою (рис. 1.2), запропонованого Воробйовим В.І. і Конюшковим Є.М. [22].

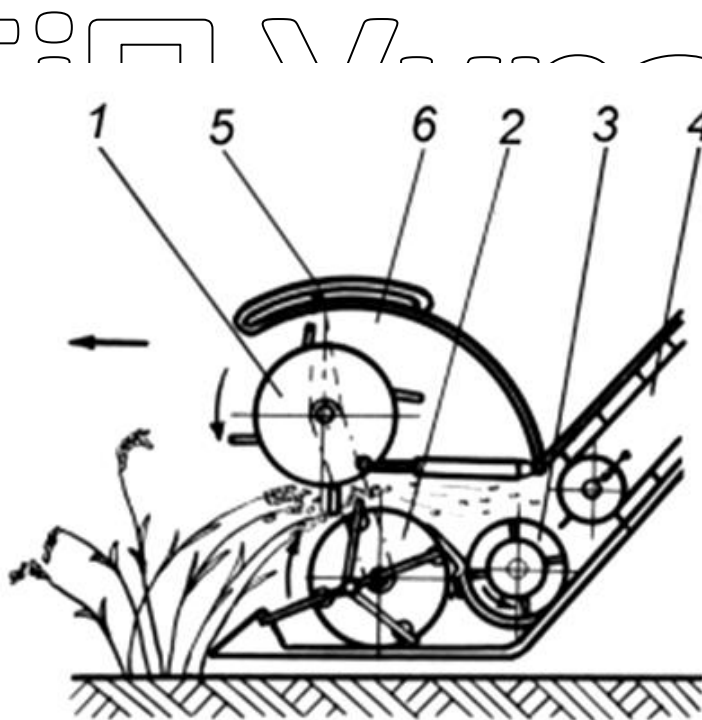


Рис. 1.2. Схема обчісувального пристрою В.І. Воробйова та Є.М. Конюшкова (ВНДІ рису):

1 - верхній обчісувальний барабан; 2 - нижній обчісувальний барабан-стеблопідйомник; 3 - шнек; 4 - похилий транспортер; 5 - кожух; 6 - камера вичісувального пристрою

Під час досліджень отримано такі показники: знімання зернової частини 100%, вільного зерна в зерновій частині оберемка становило 86,8...95,1%, зерна в обірваних вологах - 4,9...13,2%, стеблової маси - 24,4...51,5%, травмованого зерна обрнуванням і дробленням не виявлено [35].

Відомості про втрати зерна і конструктивні параметри в роботах [31, 35, 36] не наводяться. Як показують проведені дослідження обчісувальних пристроїв, дана конструкція, що складається з двох обчісувальних барабанів верхнього 1 і нижнього 2, шнека 3, транспортера 4, кожуха 5 і камери 6, безумовно, дасть збільшений відсоток втрат. Унаслідок роботи барабана 1 у зоні 6 утворюється область низького тиску, своєю чергою, зменшення відстані між барабаном 1 і кожухом 5 дасть змогу збільшити повітряний потік, який викидає частину обмолоченої маси вперед за ходом агрегату. Виникає питання збирання полеглих хлібів.

1974 року в САНДІМЕСГ Саліховим Н.К. проводилися польові дослідження процесу обмолоту рису на корені [35, 100] двобарабаним обчісувальним пристроєм (рис. 1.3).

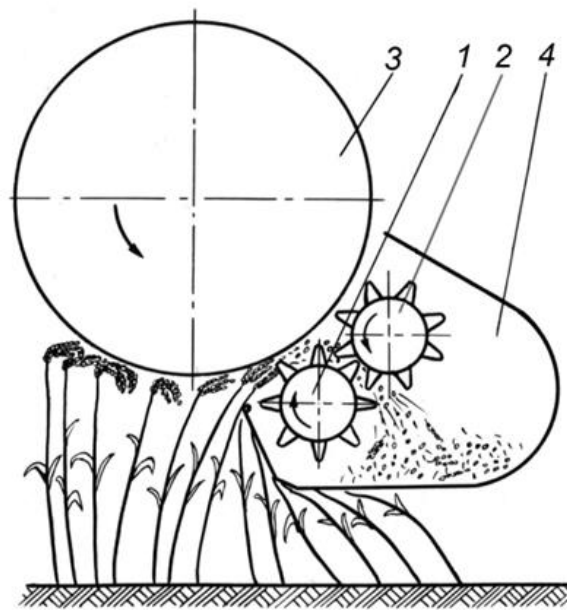


Рис. 1.3. Конструкція обчісувального пристрою Н.К. Саліхова (САНДІМЕСГ):

1, 2 - обчісувальні барабани; 3 - мотовило; 4 - ємність для збирання зерна

Результати показали, що за окружної швидкості вичісувальних барабанів 9,6 м/с недомолот становив 4,6...4,9%, у оберемку вільного зерна перебувало 70...85%, обірваних волоті - 8...12%, решта - солом'янисті домішки. Аналіз наведених результатів приводить до висновку про недосконалість конструкцій

насамперед і її робочих органів.

У 1985 році запатентовано пристрій для обмолоту зернових культур на корені. Автор А.А. Яковлев [10] пропонує зниження втрат зерна за рахунок виконання обмолоту в рухомих стрічках 1 і 2 (рис. 1.4) між пружними виступами 3 та отворами 4, які розширюються в міру віддалення від робочої поверхні та розміщені навпроти горизонтальних перемичок між отворами протидежної стрічки, а також за рахунок розташування робочих гілок стрічок на кожусі, який має поздовжню щілину для проходження стрічок та стебел і сполучений із джерелом розрідження. Під час роботи пристрою будь-яке зерно кожного з колосків обов'язково перебуває навпроти одного з отворів першої або другої стрічки. Обидві стрічки утворюють робочу щілину 5. Під час відокремлення зерна від колоса воно наступної миті потрапляє в цей отвір, тобто в порожнину кожуха 6, звідки виноситься потоком повітря в бункер.

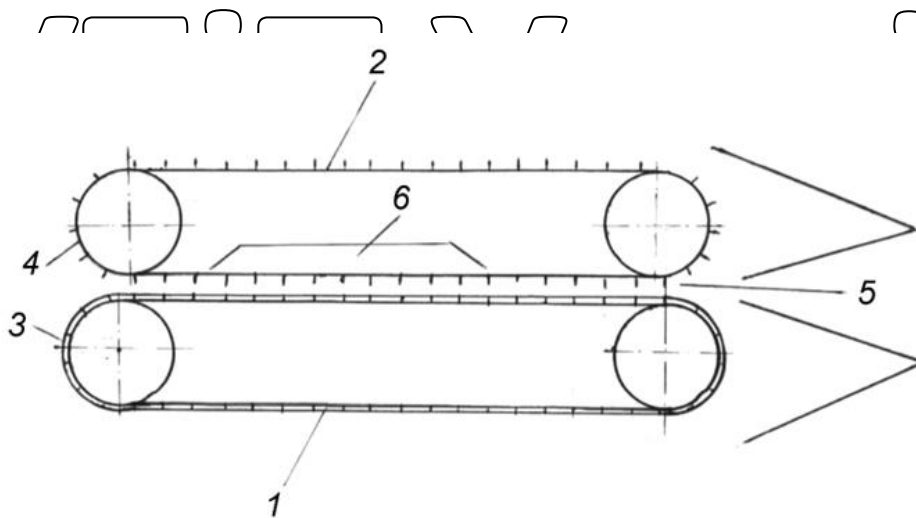


Рис. 1.4. Пристрій обмолоту в рухомих стрічках А.А. Яковлева:

1,2 - обмолочувальні стрічки; 3 - виступ; 4 - отвори; 5 - робоча щілина;
6 - порожнина кожуха

Під час роботи обчисувального пристрою з обмолотом у рухомих стрічках виникає проблема відповідності швидкості комбайна та лінійної швидкості руху стрічок. У разі порушення відсоток втрат, як осипом, так і недомолотом різко зростають.

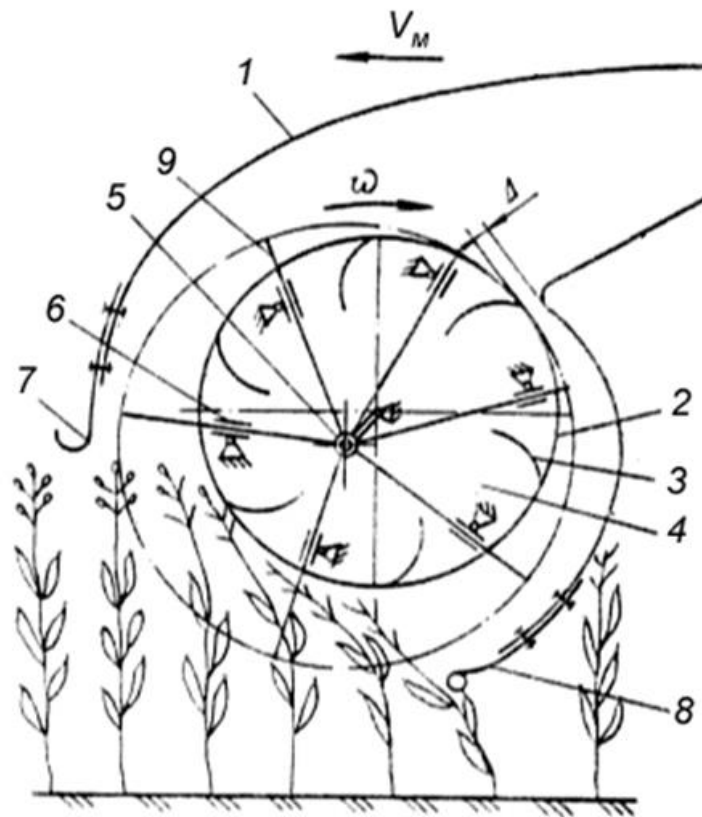
У науково-виробничому об'єднанні "Луч" колективом авторів В.І. Рубльов, М.Л. Конишев і А.Д. Кормшиков розроблено машину для обчисування рослин (рис. 1.5) [11].

НУБІП УКРАЇНИ

НУ

НУ

НУ



ИИ

ИИ

ИИ

НУБІП УКРАЇНИ

Рис. 1.5 Машина об'єднання "Луч" для обчисування рослин на корені:

- 1 - кожух; 2 - лопаткове колесо діаметрального вентилятора; 3 - лопатка, 4 - диск, 5 - колінчаста вісь; 6 - напрямні; 7, 8 - регульовані заслінки; 9 - зуби обчисувального барабана

НУБІП УКРАЇНИ

Машина має кожух 1, усередині якого встановлено лопаткове колесо 2 діаметрального вентилятора, що приводиться в обертання механізмом передачі.

Лопаткове колесо складається з лопаток 3 і дисків 4. Усередині лопаткового

НУБІП УКРАЇНИ

колеса на підшипниках змонтована колінчаста вісь 5 барабана, що вичісує. На одному кінці колінчастої осі є механізм регулювання положення осі. Обчисувальний барабан складається з окремих рамок. З боків є напрямні 6.

Машина для вичісування працює таким чином. Перед роботою встановлюють регульовані заєдінки 7, 8, вмикають привід. Обертаючись, лопаткове колесо діаметрального вентилятора обертає рамки вичісувального барабана. Зубці барабана 9 входять у стеблостій і вичісують останній. Зменшенню втрат зерна сприяє те, що зона вичісування поєднана з всмоктувальним вікном вентилятора.

Виходячи із запропонованої схеми пристрою для вичісування, неважко встановити, що поєднання робочих органів діаметрального вентилятора, барабана для вичісування та ексцентрикового механізму призводять до ускладнення конструкції, складності під час експлуатації та збільшення ваги

машини. Ця машина належить до одно-барабаних, очісувальних пристроїв.

Колектив Центрального науково-дослідного інституту механізації та електрифікації сільського господарства ІНДНМЕСУ Нечорисземної зони СРСР:

В.І. Лосєв, А.С. Мнацаканов та ін. [12] запропонували такий пристрій для вичісування сільськогосподарських культур на корені (рис. 1.6). Пристрій

містить стеблоподавальний барабан 1, очісувальний апарат у вигляді транспортера, що складається з нескінченної стрічки 2 з гребінками 3. Кожух 4, з'єднаний із барабаном 1 за допомогою гідроциліндрів 5, утворює збірну камеру

6 зі шнеком 7. Ролик за допомогою бічних тяг 9 і 10 з'єднаний з віссю стеблоподавального барабана. Нескінченна стрічка встановлена на нижньому 11

і верхньому 12 барабанах. Під час збирання, внаслідок наявності тяг 10, ролик 8 переміщається слідом за стеблоподавальним барабаном, а оскільки ролик

з'єднаний із нижнім барабаном тягою, то він повертається навколо нижнього барабана. Очісувальні гребінки здійснюють очісування і транспортування вороху в збірну камеру.

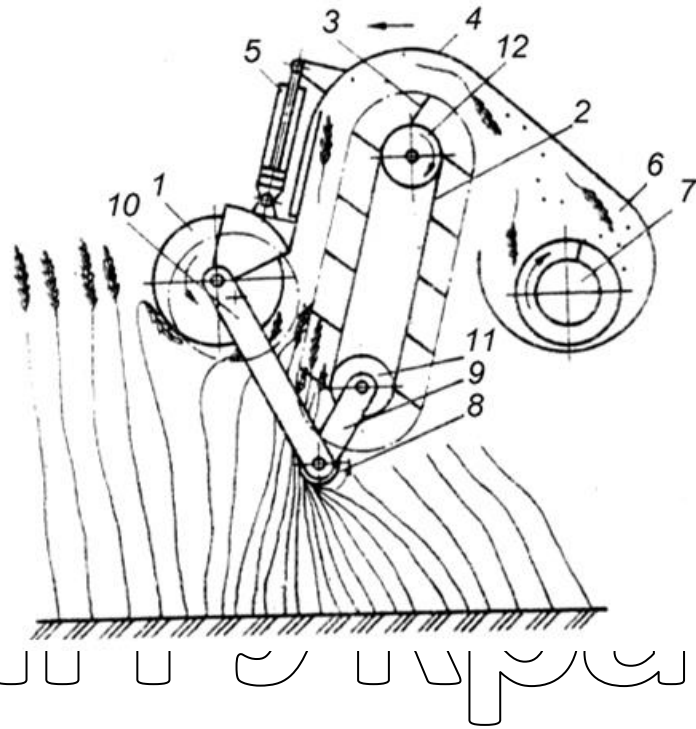
Аналіз результатів досліджень вичісувальних пристроїв транспортерного типу [106, 114, 116] дає змогу встановити, що вичесана купина складається з вільного зерна (35...45%), соломи (5...8%), необмолоченого колосся (40...45%),

бур'янів (0,8...1,0%) [114]. Ці показники свідчать про недосконалість транспортерних вичісувальних пристроїв.

НУ

НУ

НУ



ИИ

ИИ

ИИ

Рис. 1.6. Пристрій ЦНДІМЕСГ для вичісування зернових культур на корені

В.І. Досєва та А.С. Мнацаканова:

НУ

БІП

У

КРАЇНИ

ИИ

1 - барабан, що подає стебло; 2 - нескінченна стрічка; 3 - гребінки; 4 - кожух; 5 - гідроциліндри; 6 - камера; 7 - шнек; 8 - ролик; 9, 10 - бічні тяги; 11 - нижній барабан; 12 - верхній барабан

НУ

БІП

У

КРАЇНИ

ИИ

у Мелітопольському інституті механізації сільського господарства МІМСІ інженери М.М. Аблогін і М.М. Данченко розробили й запатентували пристрій для вичісування зернових культур на корені [13] (рис. 1.7). Пристрій

НУ

БІП

У

КРАЇНИ

ИИ

складається з вичісувальних барабанів 1 і 2, циліндричного решітного барабана

3, встановленого над зерновим шнеком 4, збірника 5 прохідної фракції, розташованого всередині барабана, похилої камери 6, чистильника 7, транспортувального шнека 8, збірника 9. Пристрій працює таким чином. Під час

НУ

БІП

У

КРАЇНИ

ИИ

поступального руху пристрою для вичісування вперед стебла рослин

вичісуються барабанами 1, 2, і вичесана купка подається повітряним потоком,

що створюється барабанами, на зовнішню поверхню циліндричного решітного барабана. Вільне зерно просіюється через решітну поверхню циліндричного барабана і потрапляє до збірника 5 прохідної фракції, звідки зерновим шнеком 4

подається до бункера цілого зерна. Соломісті частинки та необмолочене зерно, що осіли на решітній поверхні барабана 3 під час його обертання, надходять до збірника 9 і шнеком 8 подаються в похилу камеру 6 та далі на доопрацювання до молотильного-но-сепарувального пристрою комбайна. Соломісті частинки, що застрягли в отворах решітної поверхні циліндричного решітного барабана, знімають щіткою очисника 7, що обертається.

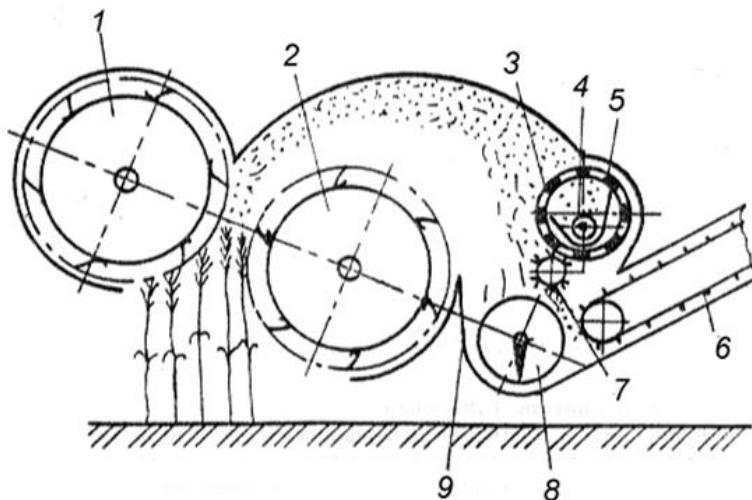


Рис. 1.7. Пристрій для вичісування зернових культур на корені М.М. Аблогіна та М.М. Данченка (МІМСГ):

1 - бітер-відбивач; 2 - барабани для вичісування; 3,4 - сепаруючі органи; 5 - кожух сепаруючого пристрою; 6 - транспортер; 7 - очисувач; 8 - шнек; 9 - збірник

Цей пристрій являє собою конструкцію, за допомогою якої зроблено спробу поділу обчесаного вороху на фракції безпосередньо в камері обчесувального пристрою. Вирішення цього питання таким чином, ускладнює конструкцію й експлуатацію такого пристосування. Збільшується вага машини, що небажано. За якісними показниками двобарабанні пристрої перевершують інші, насамперед за зниженням втрат осипом.

У Всесоюзному науково-дослідному інституті рису колективом авторів А.Г. Шуляковим, В.Н. Погореловим та ін. розроблено й запатентовано пристрій для обмолоту зернових культур на корені [14] (рис. 1.8). Пристрій містить

передній і задній обчисувальні барабани 1 і 2 з молотильними органами 3 і 4. Барабани мають кожухи 5 і 6. Передній барабан виконаний у вигляді діаметрального вентилятора, а нижня частина його кожуха 5 виконана гофрованою. Під час обертання барабана 1 повітряний потік діє на верхівки стебел і притискає їх до молотильних органів 4 заднього барабана 2, що сприяє зниженню втрат зерна.

Аналізуючи конструкцію пристрою та технологічний процес роботи, а саме застосування бітера-відбивача у вигляді діаметрального вентилятора, припускає виникнення втрат зерна осипом. У результаті створення потужного повітряного потоку діаметральним вентилятором і вичисувальним барабаном утворюються небажані завихрення, проте конструкція передбачає великі перспективи в пневмотранспортуванні вичесаного зерна.

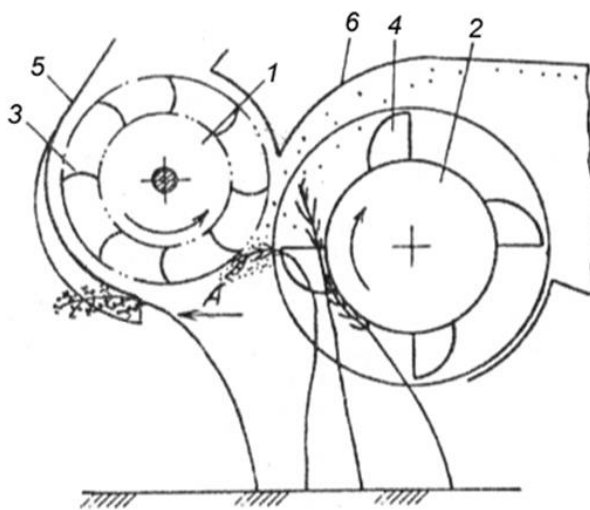


Рис. 1.8. Пристрій VND рису для обмолоту зернових культур на корені А.Г.

Шулякова, В.М. Цогорелова:

1, 2 - обчисувальні барабани; 3, 4 - молотильні органи; 5, 6 - кожухи.

Відома конструкція пристрою для збирання зернових культур на корені, що розроблена в МІМСГ інженерами М.М. Аблогін, М.М. Данченко, П.А. Шабановим та ін (рис. 1.9) [15]. Обчисувальний пристрій представлений двобарабанною модифікацією, що дає змогу знизити втрати зерна осипом за рахунок застосування бітера-відбивача 1 із трібінками 3. Обмолот рослин

здійснює очісувальний барабан 2 гребінками 4. Обчесаний ворох спрямовується в камеру 5 пристрою для обчисування, зверху обмежену кожухом 9 і сіткою 12, призначеною для виведення пилу і потоку повітря. Потім вичесаний ворох прямує по верхньому кожуху до шнека 11, яким транспортується в похилу камеру 13. Обчесані стебла зрізаються ріжучим пристроєм 14 і укладаються у валок.

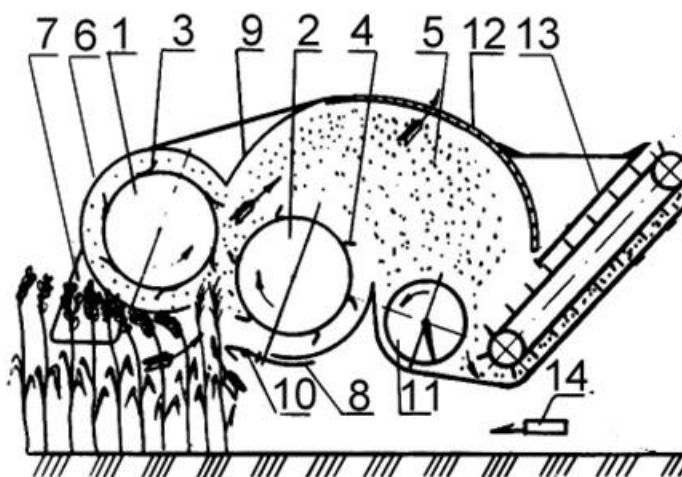


Рис. 1.9. Пристрій для збирання зернових культур на корені, конструкції (МІМСХ):

1 - бітер-відбивач; 2 - очісувальний барабан; 3 - гребінки бітера-відбивача; 4 - гребінки очісувального барабана; 5 - камера пристрою для вичісування; 6 - кожух бітера-відбивача; 7 - дільники; 8, 10 - регульовані заслінки; 9 - верхній кожух; 11 - шнек; 12 - сітка; 13 - похила камера; 14 - різальний апарат

У Всеукраїнському науково-дослідному інституті механізації сільськогосподарства ВІМ Е.В. Жалнін, А.С. Мнацаканов і А.І. Савченко розробили пристрій для подавання стеблової маси сільськогосподарських культур на очес під час обмолоту на корені (рис. 1.10) [17, 43]. Пристрій працює таким чином. Під час руху агрегату по полю стеблосідимачі 3 піднімають полегли рослини. Барабан 4, обертаючись у бік протилежний напрямку обертання очісувального

транспортера, нахилляє підняті стебла колоссям назад, притискаючи їх до стеблорідіймачів. Під час взаємодії стеблорідіймачів і барабана 4 з пальцями 6, що прибираються, досягається нахил стебла колосом назад за ходом агрегату і увігнутістю стебла до вичисувального транспортера 1. Далі сформований стебловий потік подається колоссям назад на прямолінійну ділянку вичисувального транспортера, де відбувається процес обмолоту й вичисування-обривання верхівково-колоскової частини рослин за прямою лінією вздовж напрямку руху вичисувального транспортера, звідки вимелочене зерно й вичесана купчана потрапляють у збірник продуктів вичисування.

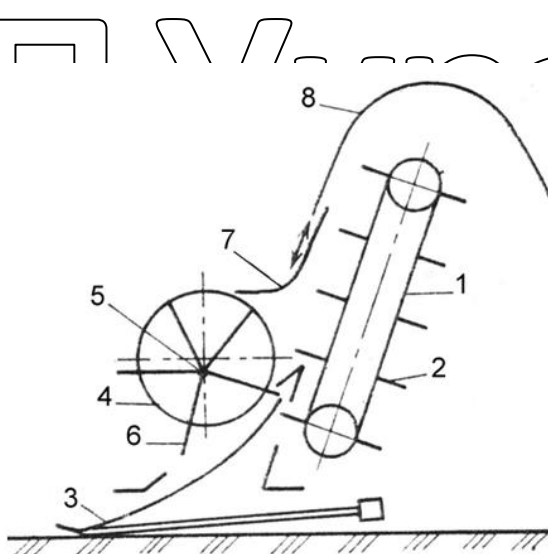


Рис. 1.10 Пристрій для подавання стеблової маси на обчисування при обмолоті на корені:

1 - обчисувальний транспортер; 2 - гребінки; 3 - стеблорідіймачі; 4 - барабан; 5 - вісь пальців; 6 - пальці; 7 - регульована заслінка; 8 - кожух

Верхня частина стеблорідіймачів 3 розташована вище за нижній вал вичисувального транспортера 1, тож сформований стебловий потік може потрапляти безпосередньо на прямолінійну ділянку вичисувального транспортера.

Використання описаного пристрою для подачі стеблової маси на очес під час обмолоту на корені дасть змогу знизити втрати під час збирання ярусних,

полеглих і пониклих рослин на 2...2,5% [41].

Друга конструкція пристрою для обмолоту зернових культур на корені розроблена тим самим авторським колективом (рис. 1.11) [18]. Пристрій містить транспортер 1 із закріпленими на ньому гребінками 2, живильник, оснащений вентилятором 5 і мотовилом 11, при цьому діаметр нижнього вала 3 транспортера 1 більший за діаметр верхнього вала 4. Вихідне вікно 6 вентилятора 5 спрямоване вздовж напрямку руху вичисувального транспортера по всій його ширині, а в момент проходження вичисувальних зубів по нижній твірній циліндричній поверхні нижнього вала нижні точки вичисувального зуба і кожуха вентилятора перебувають на одному рівні.

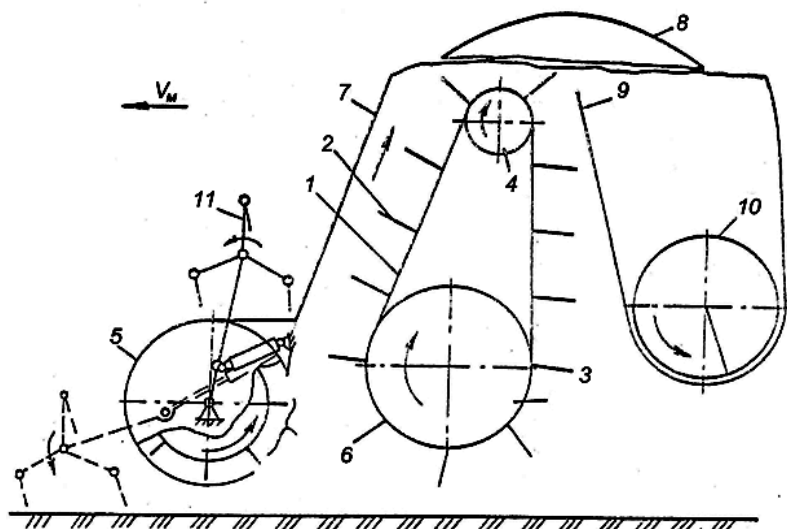


Рис. 1.11. Пристрій ВІМ для обмолоту зернових культур на корені:

1 - транспортер; 2 - гребінки; 3 - нижній вал; 4 - верхній вал; 5 - вентилятор; 6 - напрямне вікно; 7, 8 - напрямні секції; 9 - відсікач; 10 - шнек; 11 мотовило

Під час руху агрегату по полю кожуха вентилятора 5 вирівнює ярусний стеблостій за висотою, нахилиючи його вперед за ходом руху агрегату. Ковзаючи по нижній частині кожуха, стебла піднімаються і притискаються до обчисувального транспортера 1 повітряним потоком, який виходить із напрямного вікна 6. Повітряний потік, створований вентилятором 5, спрямований під кутом до потоку вимолоченої маси і транспортує зерно та

обчесаний ворох уздовж передньої 7 і задньої 8 напрямних секцій до шнека 10. Відсікач 9 перешкоджає потраплянню зерна на нижню гілку транспортера.

Колектив інженерів Асоціації "Жагросервіс" запропонував пристрій для вичісування зерна (рис. 1.12) [83], що містить копіювальну платформу 1 з опорними башмаками 2. На платформі встановлено шнек 3 і обчисувальний модуль 4, що складається з барабанів 5 і 6, установлених у кожусі 7. Модуль шарнірно змонтований на підвісках 8 з можливістю повороту навколо осі вичісувального барабана. На підвісках встановлено показчик кута "атаки", виконаний у вигляді стрілки 13, а на кожусі 7 модуля 4 нанесено шкалу, що слугує для початкового налаштування кута "атаки". Як показали лабораторні та польові дослідження, зміна кута "атаки" дає змогу знизити відсоток втрат осипом кут 15...16 град.

Пристрій працює таким чином. Копіювальну платформу 1 і обчисувальний модуль 4 опускають у крайнє нижнє положення і шляхом зміни довжини тяг 11 встановлюють необхідний кут "атаки". Потім обчисувальні барабани 5 і 6 встановлюють за допомогою опорних черевиків 2 і дворотних підвісок 8 на оптимальний у конкретних умовах збирання ступінь заглиблення в рослинну масу. На ділянках із полеглим або високим стеблостоем оператор за допомогою дворотних підвісок, шарнірно сполучених із гідроциліндрами 9, опускає або піднімає вичісувальний модуль 4. При цьому модуль повертається в шарнірній опорі навколо осі вичісувального барабана 5 під впливом тяг 11, зберігаючи заданий кут "атаки".

Спосіб збирання зернових культур на корені та пристрій для його здійснення запропоновані фірмою "Нешнл Рісерч Девелопмент Корпорейшн" (GB) [16].

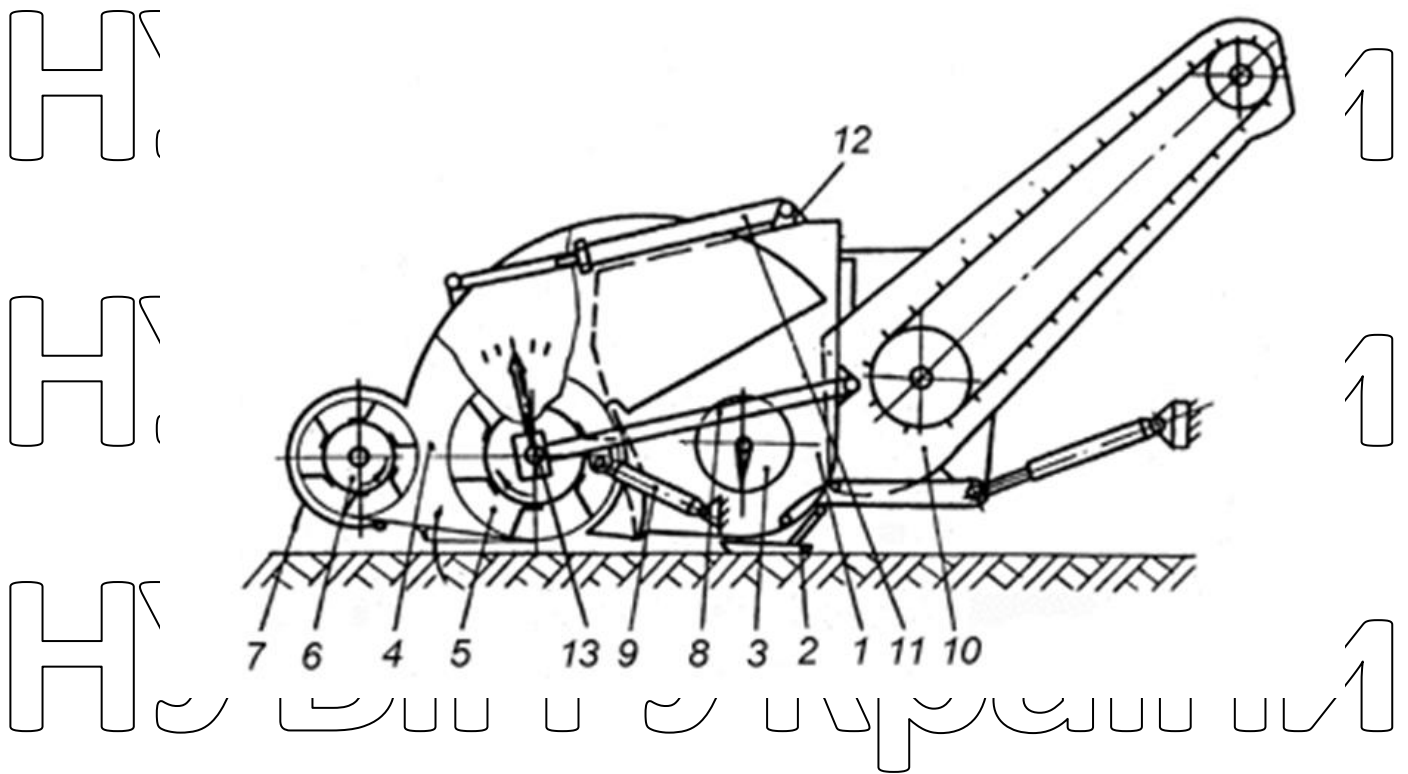
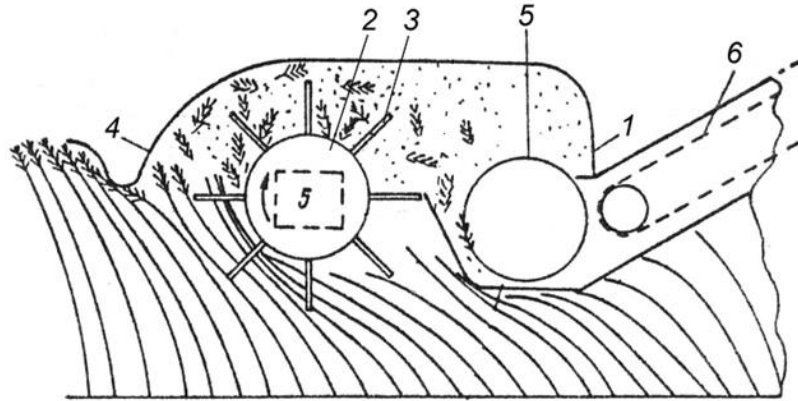


Рис. 1.12. Очісувальний пристрій МОН-4,0 конструкції "Казагро-сервіс": 1

копіювальна платформа; 2 - опорні баншаки; 3 - шнек; 4 - очісувальний модуль;
5, 6 - барабани; 7 - кожух; 8 - підвіски; 9 - гідроциліндри; 10 - похила камера; 11 -
тяги; 12 - кронштейн; 13 - стрілка показника кута атаки

Пристрій, призначений для збирання зернових культур на корені, містить раму 1 (рис. 1.13), на якій закріплено робочий орган для вичісування 2 з безліччю виступаючих назовні вичісувальних елементів 3, що утворюють між собою безліч зон вичісування. Кожна зона має вхідну частину, направляючий кожух 4, що взаємодіє з цими елементами з утворенням транспортувального каналу для потоку вичесаної частини рослин. Очісувальний орган 2 може бути виконаний у вигляді ротора. Пристрій має механізм 5 поперечного перенесення вичесаної частини рослин і розташований за ним механізм 6 поздовжнього перенесення цієї частини рослин. Цей вичісувальний пристрій являє собою однобарабанну конструкцію. Аналіз результатів досліджень у лабораторних умовах і польових проведених у МІМСГ [77] показує, що однобарабанні пристрої дають змогу одержати високий відсоток умісту вільного зерна в обчесаній купі, але при цьому мають підвищений відсоток втрат осипом.

НУ



ИИ

НУ

ИИ

У

Рис. 1.13. Пристрій для вичісування на корені фірми "Нешнл Дивелопмент

Корпорейши"

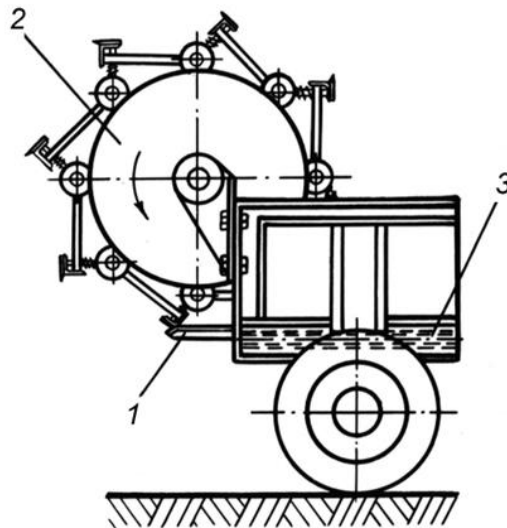
НУБІП У КРАЇНИ

- 1 - рама; 2 - обчісувальний робочий орган; 3 - вичісувальний елемент; 4 - кожух;
- 5 - шнек; 6 - транспортер

НУБІП У КРАЇНИ

Із відомих технічних пристроїв з точки зору втрат і пошкодження зерна найвдалишим є пристрій стріперного типу (рис. 1.14) [35].

НУБІ



ІІНИ

НУБІ

ІІНИ

Рис. 1.14. Пристрій для вичісування стріперного типу (Японія):

НУБІП У КРАЇНИ

- 1 - стріпер; 2 - моторило з робочими органами для очищення стріпера; 3 - стрічковий транспортер

Ця конструкція наводиться в роботі як варіант здійснення технології обмолоту на корені. Робочий орган стріпер-пасивний, вплив роботи мотовила на технологічний процес обмолоту негативно позначиться за невідповідності окружної його швидкості та швидкості руху агрегату, а також за різної висоти рослин. Однак даних щодо технологічних показників і надійності немає.

Розробка японських фахівців (рис. 1.15) складається з циліндричного барабана 1 із закріпленими на його поверхні U-подібними скобами, виготовленими з дроту діаметром 4...5 мм. Для подачі стебел до вичісувального барабана слугує мотовило 4 [35, 87].

Аналізуючи конструкцію та технологічний процес роботи ми можемо зробити висновок про те, що відсоток втрат зерна буде збільшено. Втрати осиплю збільшуються внаслідок взаємодії мотовила на рослині та зустрічного руху вичісувального барабана. Втрати неочесом також матимуть місце внаслідок відгинання рослин нижнім кожухом.

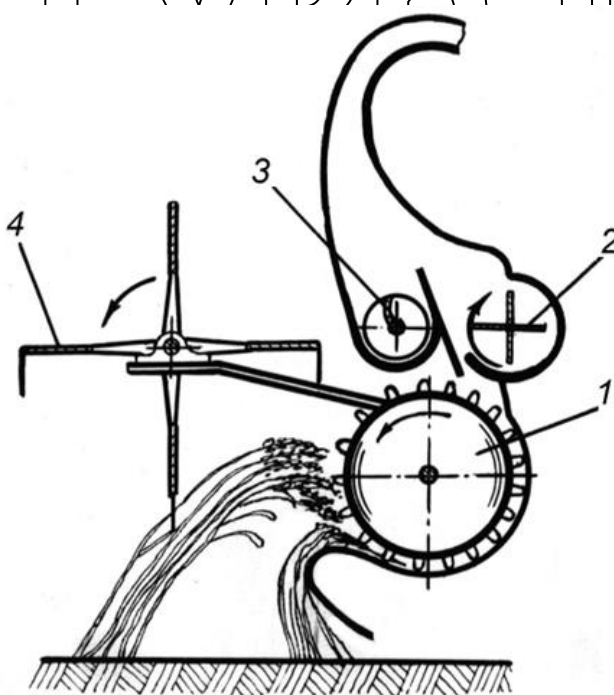


Рис. 1.15 Схема вичісувального пристрою з вичісувальними U-подібними скобами (Японія):

1 - очісувальний барабан; 2 - вентилятор; 3 - шнек; 4 - мотовило

У другій японській розробці (рис. 1.16) для обмолоту використовується одночасно два типи робочих органів - щітковий барабан 1 і барабан 2 з U-подібними скобами. З позиції отримання якості обмолоту найкращими є робочі органи щіткового типу [35].

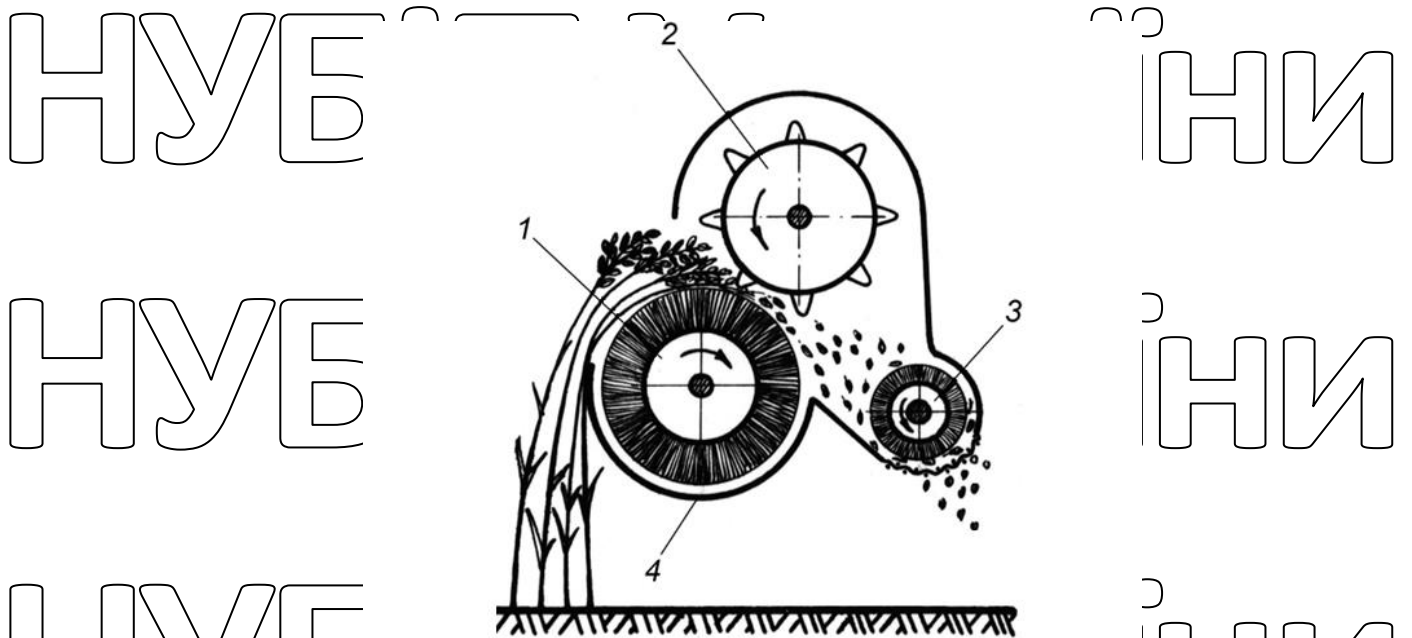


Рис. 1.16 Схема обчисувального пристрою із щітковим барабаном (Японія):

1 - щітковий обчисувальний барабан; 2 - барабан з U-подібними скобами; 3 - домолочувальний пристрій; 4 - кожух

Запропонована схема обчисувального пристрою має суттєвий недолік у конструкції, що ускладнює збирання полеглих і низькорослих культур. Першим елементом очисувального пристрою, що взаємодіє з рослинами, є нижній кожух 4, який відгинає їх і тим самим різко знижує ефективність впливу робочих органів щіткового типу на рослини.

Національний інститут механізації сільського господарства Великої Британії розробив конструкцію зчісувальної жнивarki для зернозбирального комбайна (рис. 1.17) [111, 121], яка зчісує колосся, залишаючи не зрізану солому в полі. За використання жатки підвищилися швидкість і продуктивність комбайна. Вона оснащена роторним барабаном 1 зі зчісувальними зубами з

поліпропілену, що обертається за годинниковою стрілкою і відкидає колосся до шнека 5 звичайної конструкції. У конструкцію пристрою для вичісування входять передній кожух 2 обтічної форми, розділюючий кожух 4, встановлений усередині камери для вичісування, для транспортування зерна передбачений транспортер 3. На барабані змонтовано вісім зубчастих гребінок. Між зубами конусного перерізу є довгасті осередки, які за своєю конфігурацією нагадують замкову щілину. Довжина зубів 90 мм. Гребінки під час обертання захоплюють стебла рослин і відривають колосся. Частота обертання 600...800 хв⁻¹. На відміну від раніше відомих систем жниварка дає змогу прибирати полегли хліби.

Випробування показали, що втрати зерна при цьому значно нижчі, ніж у традиційних комбайнів. Крім того, забезпечується можливість збирання зерна підвищеної вологості, повного відокремлення зерна і добору окремого насіння. Незрізану соломку, що залишилася в полі, можна прибирати звичайними способами або заорювання в ґрунт.

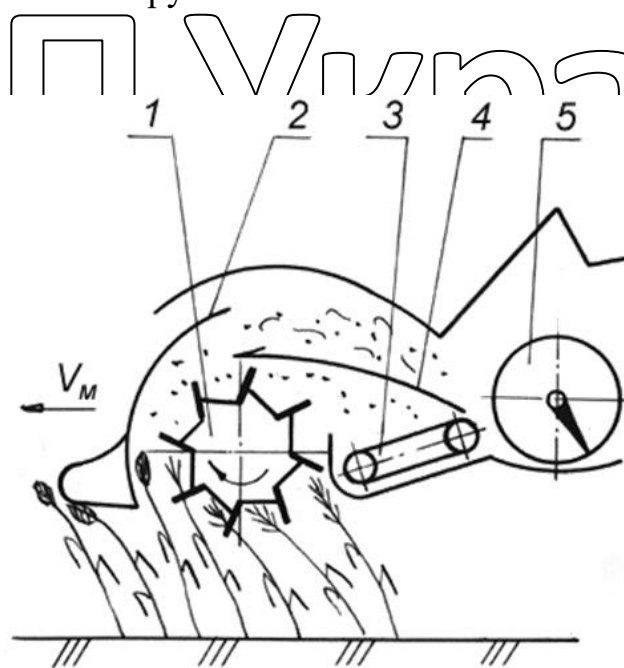


Рис. 1.17 Схема обчисувального пристрою, розробленого фірмою "Шелбурн

Рейнолдс":

1 - обчисувальний барабан; 2 - передній кожух; 3 - транспортер; 4 - розділюючий кожух; 5 - шнек

Згідно з оглядом конструкцій вичісувальних пристроїв для обмолоту зернових культур на корені, проведеним у даній роботі, з'явилася можливість їхньої класифікації, а також на підставі аналізу інших існуючих пристроїв [8, 9, 19-21, 84-86, 88-90, 128-132].

Очісувальні пристрої класифікуються:

- за способом агрегування - навісні, причіпні, стаціонарні;
- за типом робочих органів - барабанні, транспортерні, стріперні, стрічкові, вальцові, комбіновані. Барабанні в свою чергу поділяються за кількістю барабанів: однобарабанні, двобарабанні,

багатобарабанні;

- за типом елементів, що обчісують, - гребінчасті щіткові, пальчикові, пальчикові з ексцентриковим механізмом, U-подібні скоби і стріперні;

- за типом елементів, що подають вичесаний ворох у похилу камеру, жниварку комбайна або причіп, - циліндрові, транспортерні, пневмотранспортні, пневмопортуючі. Для здійснення пневмотранспортування можуть використовуватися додаткові вентилятори, а також у низці проаналізованих конструкцій

передбачено використання діаметрального вентилятора;

- за напрямком вичісування, руху робочих органів, що вичісують, - від низу до верху, від верху до низу, комбінований із застосуванням мотовила і без мотовила, бічний вплив у рухомих стрічках.

Аналізуючи різні пристрої для реалізації обмолоту рослин на корені та класифікуючи їхні конструкції, дійшли висновку, що щодо багатьох конструкцій немає технологічних параметрів, результатів агротехнічної оцінки та їхніх експлуатаційних характеристик. Тому зроблено висновок, що для того, щоб проводити подальше дослідження з обмолоту рослин на корені, необхідно здійснити експериментальний пошук щодо вибору найперспективнішої конструкції пристрою для обчісування. У зв'язку з цим було заплановано проведення пошукових досліджень.

1.3. Пошукові дослідження очисувального пристрою

Метою пошукових досліджень був вибір конструкції та технологічної схеми очисувального пристрою для подальших досліджень, удосконалення та впровадження перспективного способу обмолоту рослин на корені.

За основу конструкції очисувального пристрою для пошукових експериментальних досліджень було обрано двокільсну причіпну установку, що давала змогу встановлювати різні робочі органи, змінювати режими їхньої роботи та складати з них найперспективніші відомі технологічні схеми машин для обмолоту рослин на корені, що були розглянуті в огляді. Цю установку було розроблено та виготовлено спільно з НД "Ефірмасло" (рис. 1.19, 1.20) [79].

Причіпна польова установка (рис. 1.21) складалася з обкошувального, сепарувального і домолочувального пристроїв, а також механізмів приводу і додаткового обладнання. Усі ці елементи кріпилися до рами.

Обчисувальний пристрій складався з бітера відбивача 1, обчисувального барабана 2 з гребінками 3 і допоміжного барабана 5 з протумованими лопатями 6.

Сепарувальний пристрій являв собою зварену конструкцію двох елементів: решета, що сепарує, з поздовжніми гребенями і транс-портної дошки.

Домолоджувальний пристрій складався зі шнека 7 і деки 8. Привід установки здійснювався від ВВП трактора через карданну 13 і ланцюгову передачі. Для зміни крутного моменту за величиною і напрямком використовувалися редуктори.

Додаткове обладнання включало звужувальний шнек 4 і пробовідбірник 9 і 10.

Для зчеплення з трактором було передбачено причіпний пристрій 14, що має два положення, робоче і транспортне.

Н



1

Н

1

НУБІП УКРАЇНИ

Рис. 1.19. Експериментальна установка (вид справа)

Н

Л Р О Г А Л Л

00



1

Н

1

Н

1

НУБІП УКРАЇНИ

Рис. 1.20. Експериментальна установка в роботі

Відповідно до плану досліджень в установці було передбачено регулювання швидкості обертання обчисувального і допоміжного барабанів, бітера відбивача і звужувального шнека, а також зміну положення за висотою обчисувального барабана і бітера відбивача.

Технологічний процес показано на (рис. 1.21). Під час руху агрегату барабан 2 своїми гребінцями 3 здійснював обчисування рослин з коловою швидкістю 10...15 м/с, ($\pi = 470-710 \text{ хв}^{-1}$).

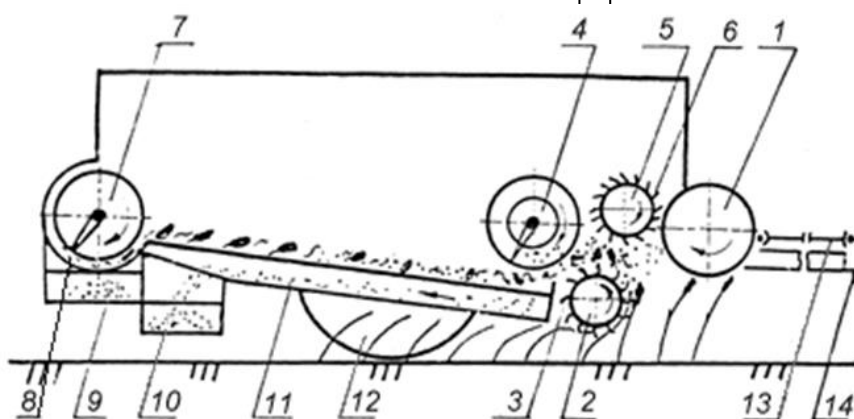


Рис. 1.21 Технологічна схема польової установки:

1 - бітер відбивач; 2 - обчисувальний барабан; 3 - гребінці; 4 - шнек; 5 - допоміжний барабан; 6 - лопаті; 7 - шнек; 8 - дека; 9, 10 - збірники; 11 - транспортна дошка; 12 - опорне колесо; 13 - кардан; 14 - причіпний пристрій

Основний потік обчисаного вороху надходив на сепарувальний пристрій 11, а частина вороху потрапляла на поверхні бітера відбивача 1 і допоміжного барабана 5 і також ними прямувала на сепаратор. Для ефективного використання площі сепаратора в конструкції було передбачено звужувальний шнек 4, який спрямовував обчесаний ворох на початок сепаратора. Сепаратор, здійснюючи коливальні рухи, переміщував обчесаний ворох по решетах, виділяючи при цьому вільне зерно, яке просипалося через решето на похилу

транспортну дошку сепаратора. Відсепароване зерно надходило в пробовідбірник 10. Після сепаратора зерновий ворох, що залишився, у складі якого були переважно необмолочені колосся і соломисті домішки, надходив до домолочувального пристрою шнекового типу. Шнек 7 переміщав необмолочене колосся по деці 8 і в результаті їхньої взаємодії відбувався домолот вороху.

Видлене вільне зерно просипалося через деку і збиралося в пробовідбірник 9. Солома після домолочувального пристрою збиралася в пробовідбірник або укладалася у валок.

Дослідження причіпної установки проводилося у два етапи. Перший етап досліджень передбачав визначення перспективної технологічної схеми очисувального пристрою. Другий етап – агротехнічна оцінка обраної технологічної схеми очисувального пристрою.

Для першого етапу дослідження було обрано чотири технологічні схеми, що відрізняються між собою наявністю та розташуванням робочих органів. Друга технологічна схема (рис. 1.22.б) відрізнялася від першої (рис. 1.22.а, рис. 1.23), описаної вище, наявністю направляючого кожуха 5. У третій технологічній схемі (рис. 1.22.в, рис. 1.24) повністю усунуто з конструкції звужувальний шнек 4. Четверта технологічна схема істотно відрізняється від попередніх. У ній функції допоміжного барабана 3 і бітера-відбивача 1 замінюють встановленим попереду вичисувального барабана діаметральним вентилятором 7. Під час дослідження першої технологічної схеми встановлено, що вичесаний ворох відкидався від звужувального шнека 4 уперед установки і губився на поверхні поля.

Для усунення цього недоліку було запропоновано й випробувано другу технологічну схему з використанням кожуха 5, встановленого над звужувальним шнеком (рис. 1.22.б). Встановлення кожуха спричинило утворення повітряного потоку між кожухом 5 і допоміжним барабаном 3, що також сприяло збільшенню втраг. Застосування поздовжніх лопатей на шнеку, що звужує, і зміни положення по висоті шнека та кожуха до бажаного результату не привело. Від технологічних схем №1 і №2 були змушені відмовитися. Під час випробування

третьої схеми технологічний процес протікав стійко і з хорошими якісними показниками. Великі надії покладалися на четверту схему, але через неможливість регулювати напрямний повітряний потік до вичісувального пристрою, виникав великий розкид вичесаного вороху, відповідно збільшувалися втрати зерна осипом.

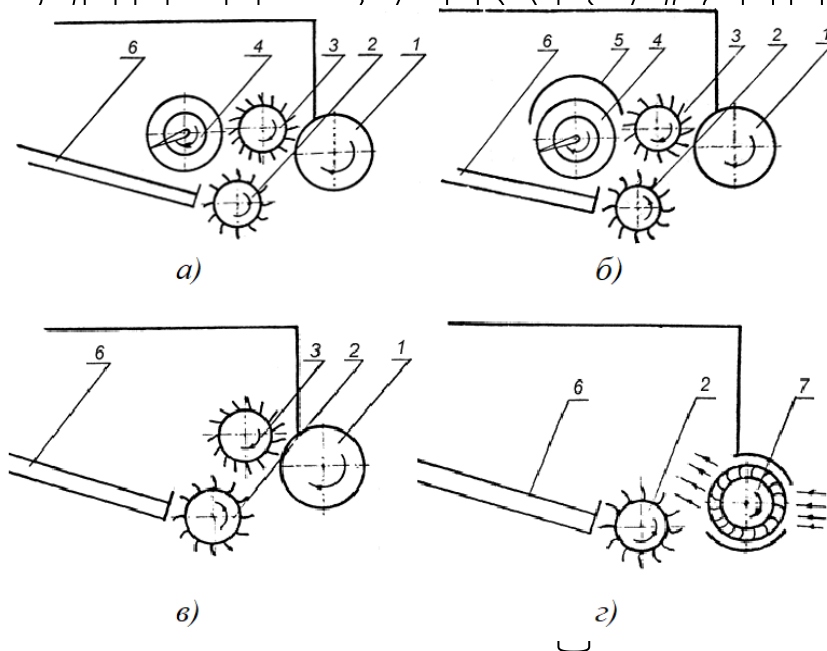


Рис. 1.22. Технологічні схеми вичісувального пристрою.

- 1 - бігер-відбивач; 2 - вичісувальний барабан; 3 - допоміжний барабан; 4 - щипок;
5 - кожух; 6 - транспортна дошка; 7 - діаметральний вентилятор

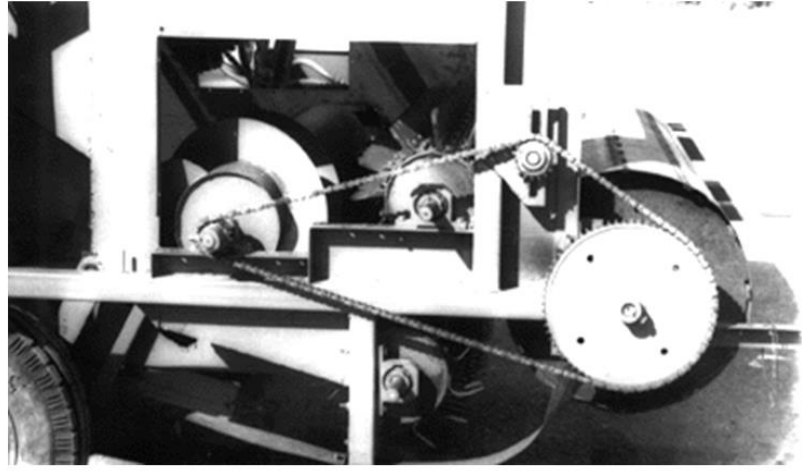
У результаті проведення першого етапу досліджень було обрано технологічну схему №3, що забезпечує надійність техпроцесу та найкращі якісні показники.

Проведення агротехнічної оцінки обраної технологічної схеми здійснювалося на збиранні пшениці сорту "Обрій" з такими характеристиками агрофону: густина рослин - 131 шт/м²; довжина рослин - 0,45 м; полежіть - 10%.

забур'яненість - 2%; урожайність - 2,05 т/га; маса 1000 насінин - 40 г; відношення маси зерна до маси соломи - 1:1,1; вологість зерна - 14%; вологість соломи - 14%.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБ



НИ

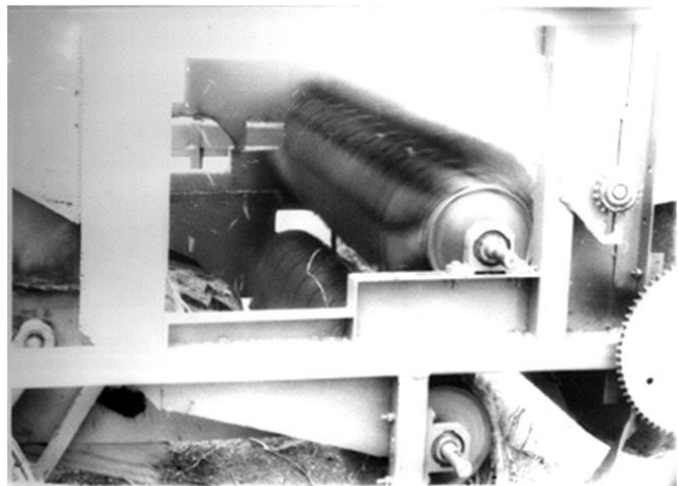
НУБ

НИ

Рис. 1.23. Розташування робочих органів по КС №1.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБ



ІНИ

НУБ



ІНИ

Рис. 1.24. Розташування робочих органів по КС №3.

НУБІП УКРАЇНИ

Перед проведенням дослідів виконувалися такі роботи:

1. Задавався режим (табл. 1.1) робочих органів (барабанів) установки, шляхом зміни передавального числа приводу. Контроль проводився тахо-метром під час роботи установки.

2. Для збору зернової купи, отриманої після обмолоту, був передбачений брезент, який розстеляли на решеті очищення.

3. Встановлювалася глибина окосу. Проводився контроль висоти бітера відбивача і очосувального барабана.

Таблиця 1.1

Режими роботи експериментальної установки, $D_{очб.} = 380$ мм, $D_{бо.} = 700$ мм

	Регульовані параметри	Діапазон зміни параметрів
1	Робоча швидкість агрегату, м/с	1,0...3,0
2	Обороти вичісувального барабана, $хв^{-1}$	470...710
3	Обороти бітера-відбивача, $хв^{-1}$	0...650
4	Обороти допоміжного барабана, $хв^{-1}$	340...840
5	Висота вичісувального барабана, м	0,05...0,20
6	Висота бітера-відбивача, м	0,15...0,45

Під час дослідження установки з оптимальним набором і розташуванням робочих органів отримано такі якісні показники [65, 79], склад обчесаного вороху мав 20-30% вільного зерна, 20-30% не обмолоченого колоса, 40-50% соломистих домішок. Дроблення і травмування зерна не спостерігалося. Загальні втрати за установкою перебували в межах 1,0...12%, які були переважно втратами осипом.

Пошукові дослідження показали, що з усіх розроблених технологічних схем найкращі результати мала схема №3. Отримані якісні показники обраної схеми, за результатами польових досліджень свідчать про те, що потрібне ще доопрацювання й удосконалення робочих органів окосувального пристрою, особливо бітера-відбивача, з метою зниження втрат зерна осипом.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЧІСУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

2.1. Аналітичні залежності щодо обмолоту зернових культур на корені

Аналіз способів збирання зернових культур, способів здійснення збирання зернових культур з обмолотом рослини на корені та класифікації пристроїв для обчислення дозволив виокремити кілька напрямів теоретичних досліджень у цій галузі.

Теоретичні дослідження і результати експериментальних досліджень наведені в роботах учених, які займаються проблемою обмолоту рослин на корені [Шабанова П.А. [125], Повіля В.М. [93], Данченка М.М. [38], Цибульнікова В.М. [113], Гончарова Б.І. [35], Шкіндер В.Н. [126], Само-хвалова А.І. [101, 102], Тараненко Г.А. [106], Чуксина П.І. [116], Чеботарьова В.П. [114], а також в останніх роботах Талах Л.А. [105], Шабанова Н.П. [121].

Більша частина робіт з обмолоту рослин на корені охоплює теоретичне й експериментальне дослідження архітекτονіки та фізико-механічних властивостей рослин, матеріалу, який обмолочують. Так, під час обмолоту рослин на корені важливими параметрами для вивчення процесу та проведення подальших досліджень є параметри, які залежать від фізико-механічних властивостей рослин: зусилля, необхідні для виривання наростків із корінням, залежно від вологості та густини ґрунту; зусилля розривання стебел різних культур залежно від їхньої вологості; зусилля відривання суцвіття від стебла; зусилля відокремлення зерна від колосу або волоті; для рису також зусилля на розривання волоті. Більш повні дані за викладеними характеристиками наведено в роботах Шабанова П.А. [125], Гончарова Б.І. [35], Данченка М.М. [38].

У більшості робіт розглядаються теоретичні засади взаємодії робочих органів вичісувальних пристроїв із рослинами. Так, у роботі Данченко М.М. [38] складено класифікацію механічних впливів, що призводять до руйнування зв'язків колосків із волоттю (рис. 2.1), та обрано раціональний спосіб впливу під час обмолоту волоті на корені.

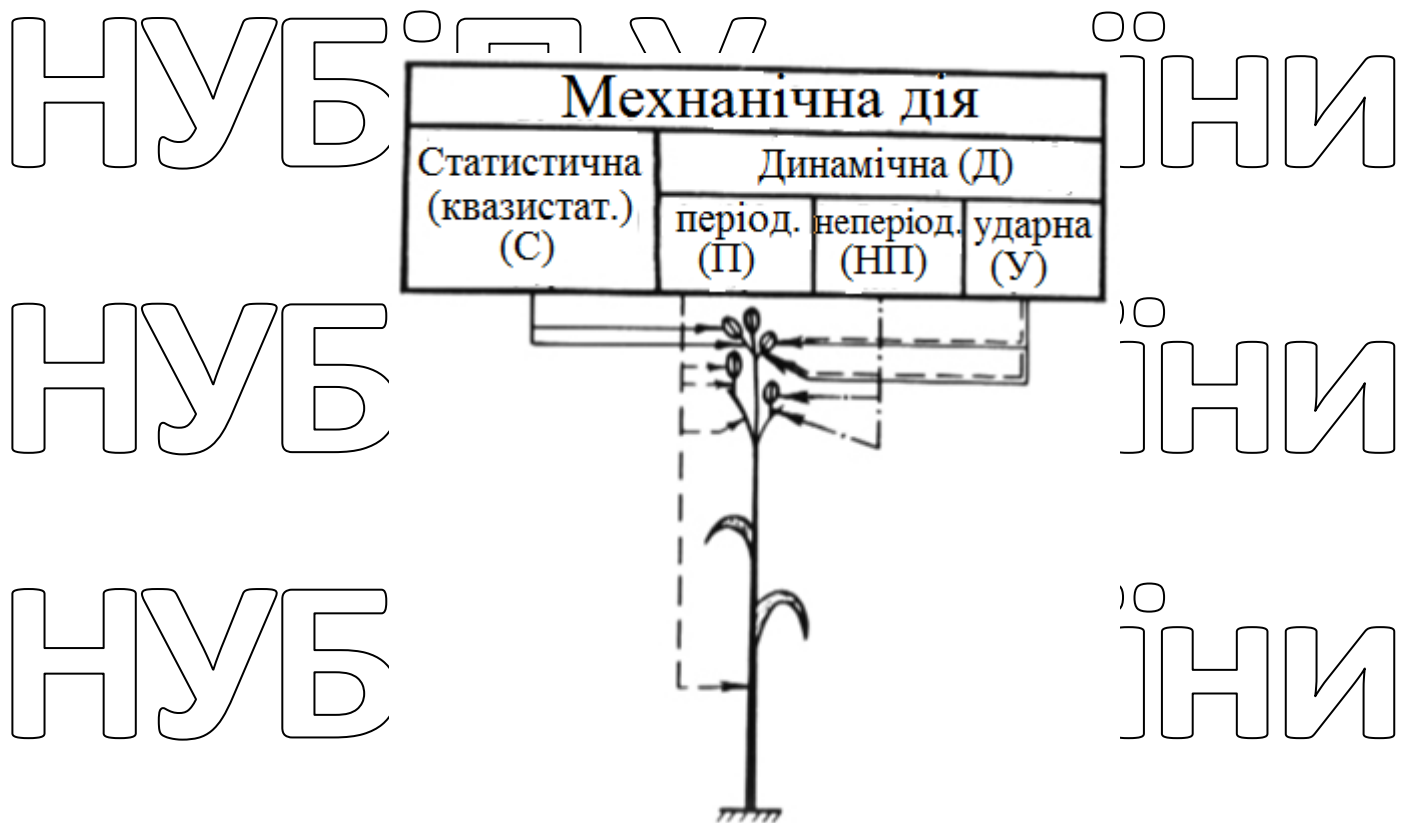


Рис. 2.1. Класифікація механічних впливів на волоть

Взаємодію гребінок, щіток та інших робочих органів із рослинами розглядають майже у всіх вищевказаних роботах. Так, у роботі Чеботарьова В.П. [114], розглянуто вплив зубів на стеблостій (рис. 2.2), зміну густини та отримано диференціальне рівняння (2.1).

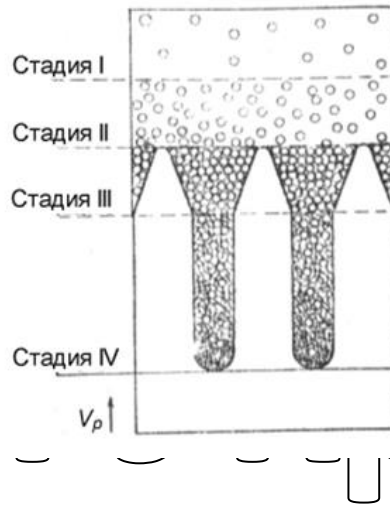
$$\frac{d\tilde{\rho}}{dS} = -k\eta P\tilde{\rho}, \quad (2.1)$$

де k - коефіцієнт пропорційності, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу;

η - коефіцієнт, що характеризує деформувальну здатність зубів даного робочого органу;

P - деформувальне зусилля, що додається зубами до матеріалу в елементарному об'ємі dV

НУБІ



їНИ

НУБІ

їНИ

Рис. 2.2. Схематичне зображення впливу очесувальних зубів на стеблостій

Складено рівняння стану оброблюваного рослинного матеріалу (2.2), що перебуває у фазі безпосереднього вичісування.

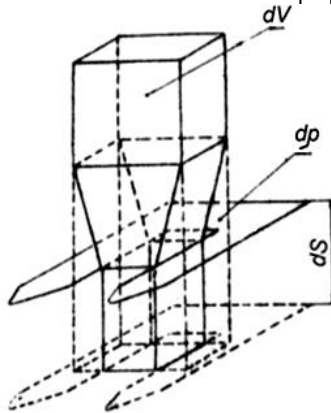
$$\tilde{\rho} = \tilde{\rho}_0 e^{-k\eta P i S}, \quad (2.2)$$

де $\tilde{\rho}_0$ - приведена густина матеріалу в елементарному об'ємі до початку процесу вичісування;

i - кількість прочісування зубами матеріалу в елементарному об'ємі;

S - крок розставляння гребінок.

Також наведено схему (рис. 2.3) для виведення "рівняння стану" матеріалу під час вичісування [114].



НУБІГ

аїНИ

НУБІГ | УКРАЇНИ

Рис. 2.3. Схема до виведення "рівняння стану" матеріалу під час вичісування

Теоретичні дослідження проведено для обґрунтування конструкційних параметрів вичисувального пристрою та його робочих органів. Такі завдання були вирішені в роботі П.А. Шабанова [125]. Представлено схему до визначення ширини обчисувального пальця (рис. 2.4).

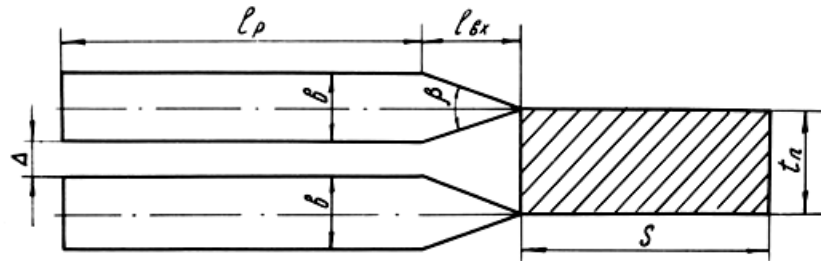


Рис. 2.4. Схема до визначення ширини очисувального пальця

Отримано рівняння (2.3) для розрахунку кількості рядів гребінок очисувального барабана Z , робочої довжини пальця l_p , ширини очисувального пальця b , довжини загостреної частини, що входить до стеблостою l_{bx} , загальної довжини очисувального пальця l_o .

$$Z = \frac{2\pi \cdot V_{st} \cdot n_o}{l_o \cdot \omega}, \quad (2.3)$$

$$l_p = R_o + \frac{V_{st} \cdot t - R_o \cdot \sin \alpha_n}{\sin(\omega t + \alpha_n)},$$

$$b = \frac{Q \cdot \omega \cdot z}{2\pi \cdot V_{mp}} \Delta,$$

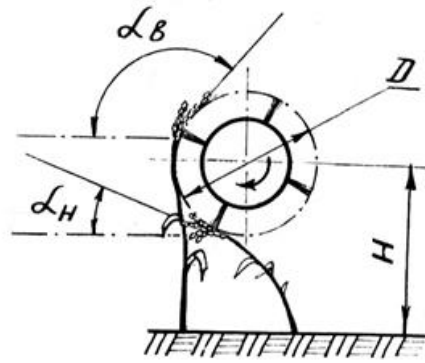
$$l_{bx} = \frac{b \cdot (1 + \cos \beta)}{2 \sin \beta},$$

$$l_o = l_p + l_{bx}.$$

Параметри визначено з урахуванням швидкості руху комбайна V_m , кількості прочісування, необхідних для повного вимпоту сучвіття n_o , кутової швидкості обертання барабана ω , радіусу барабана R_o , кількості стебел, що обмолочуються за робочий хід одним пальцем Q , зазору між прочисувальними пальцями Δ , густоти стеблостою p , кута загострення пальця β .

У роботах Данченка М.М. визначено кути розкидання зерна обчисувальним барабаном залежно від висоти стеблостою (рис. 2.5) [37, 38].

НУБ



аїни

НУБШІ УКРАЇНИ

Рис. 2.5. Граничні кути розкидання зерен

Також у роботах Шабанова П.А., Повіля В.М. [91], Данченка М.М. [38],

отримано рівняння для розрахунку діаметра вичісувального барабана (2.4) однобарабанного вичісувального пристрою.

НУБІП УКРАЇНИ

$$d_{\min} = 2,83 \sqrt{\frac{\bar{S} \bar{l}_2}{\bar{l}_{cm} + \bar{l}_m / 7} - (\bar{l}_{cm} - t\alpha\sigma_{cm}) \frac{\bar{l}_1 - t\alpha\sigma_1}{\bar{l}_p - t\alpha\sigma_p}}, \quad (2.4)$$

НУБІП УКРАЇНИ

де \bar{S} - середня відстань від центру ваги випрямленої рослини до ґрунту;

\bar{l}_2 - середня відстань від вершини нахиленої рослини до ґрунту;

\bar{l}_{cm} - середня довжина стебла;

σ_{cm} - середньоквадратичне відхилення;

$t\alpha$ - величина нормального розподілу заданого рівня значущості α ;

НУБІП УКРАЇНИ

$$\frac{\bar{l}_m}{7} \approx B_1 D, \quad \bar{l}_1, \bar{l}_p, \sigma_1, \sigma_p \quad (\text{рис. 2.6}).$$

Згідно з представленою схемою (рис. 2.7) у роботі [38], також визначено кут "розкидання зерен" вичісувальним барабаном (2.5).

НУБІП УКРАЇНИ

$$\beta = \alpha_p - \alpha_u = \frac{\pi}{4} + \frac{2(t_p - \bar{S})}{D_{\min}} \sqrt{\frac{\bar{l}_{cm} + \bar{l}_m / 7}{\bar{l}_2}} - 1 - \arctg \frac{(\bar{l}_{cm} + \bar{l}_m / 7)^2}{\bar{l}_2} - 1, \quad (2.5)$$

НУБІП УКРАЇНИ

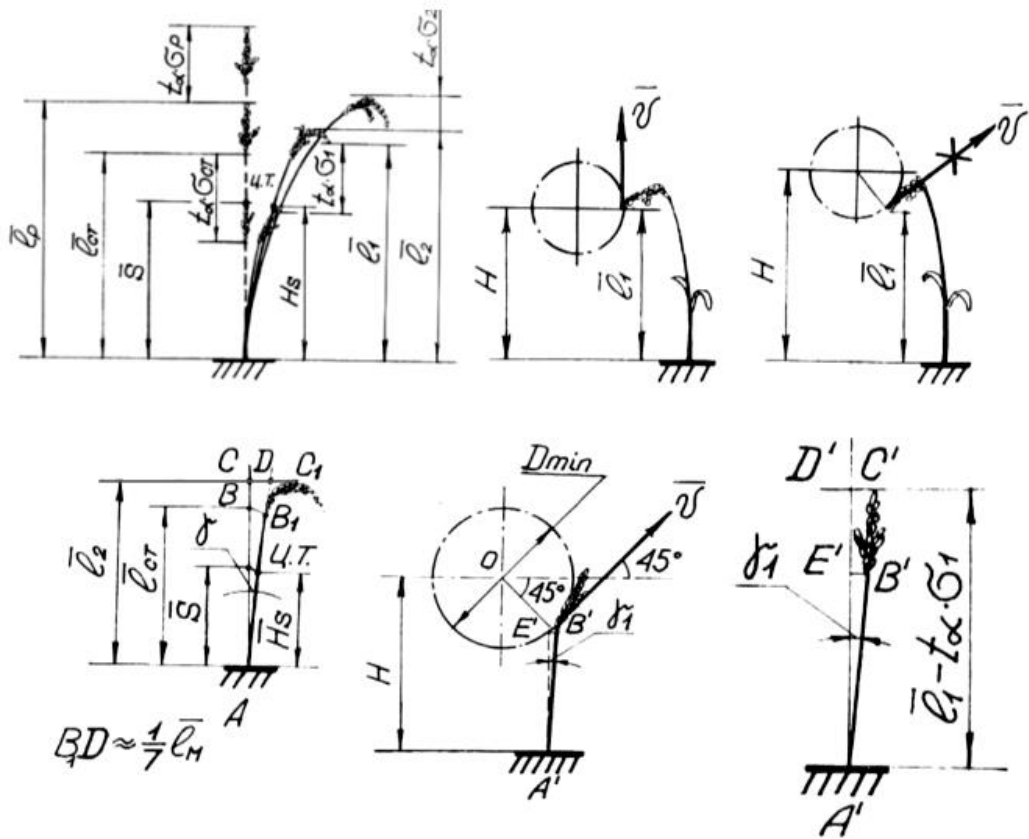


Рис. 2.6. Схеми для визначення діаметра вичісувального барабана.

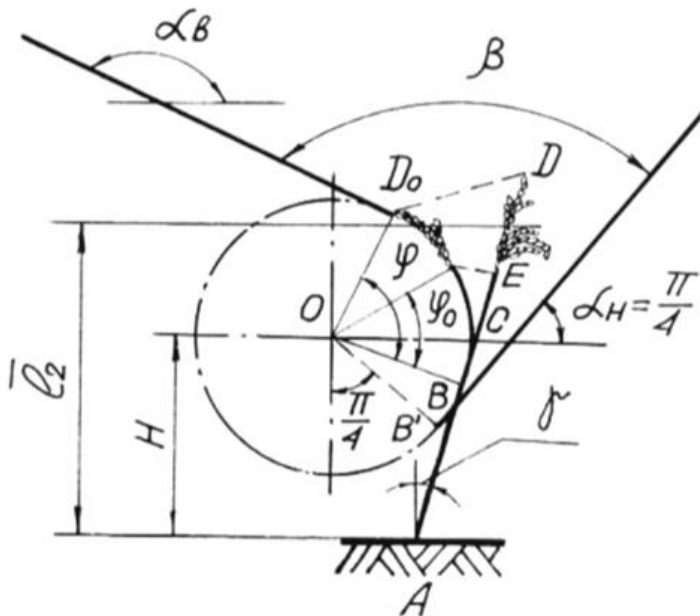


Рис. 2.7. Схема до визначення "кута розкидання" зерна вичісувальним барабаном

Поряд із теоретичними дослідженнями з вивчення й обґрунтування міцнісних, геометричних параметрів і характеристик обмолочуваного матеріалу, параметрів робочих органів гребінок, щіток, барабанів, транспортувальників тощо, не можна не відзначити теоретичні дослідження з доопрацювання вичісуваного вороху в похилій камері [117, 118, 120], у молотарках зернозбиральних комбайнів [34, 113]. Для розв'язання питань доопрацювання, сепарації обчесаного вороху, передбачено безліч конструкцій, пристроїв, які, як правило, супроводжуються теоретичними обґрунтуваннями та підтверджені лабораторними й польовими дослідженнями.

У результаті аналізу представленого огляду теоретичних досліджень, а також інших наукових праць встановлено, що менш вивченим залишається питання застосування двобарабанної конструкції вичісувального пристрою. У зв'язку із застосуванням бітера-відбивача невивченим залишається питання впливу його геометричних параметрів на технологічний процес роботи, а саме на якісні показники, стійкість роботи пристрою, вплив на втрати зерна під час обмолоту.

2.2 Графоаналітичний аналіз роботи вичісувального пристрою з бітером-відбивачем

Під час переходу від однобарабанної конструкції вичісувального пристрою до двобарабанної з бітером-відбивачем слід зазначити, що параметри бітера-відбивача безсумнівно залежать від геометрії стеблостою рослин зернових культур. Геометричні розміри як вичісувального барабана, так і бітера-відбивача мають забезпечити нормальну, якісну роботу пристрою за високого й низького стеблостою, полеглого й пониклого стану рослин. Основними характеристиками геометрії стеблостою є максимальна (l_{\max}) і мінімальна (l_{\min}) висота рослин і зона розташування суцвіть (H) (рис. 2.8). Геометричні параметри рослин і стеблостою загалом є випадково варіюючими величинами. Висота суцвіть на одному й тому самому полі коливається в широкому діапазоні. Як показують результати вимірювань під час вивчення фізико-механічних властивостей зернових культур, зона розташування суцвіть

НУ

НУ

НУ

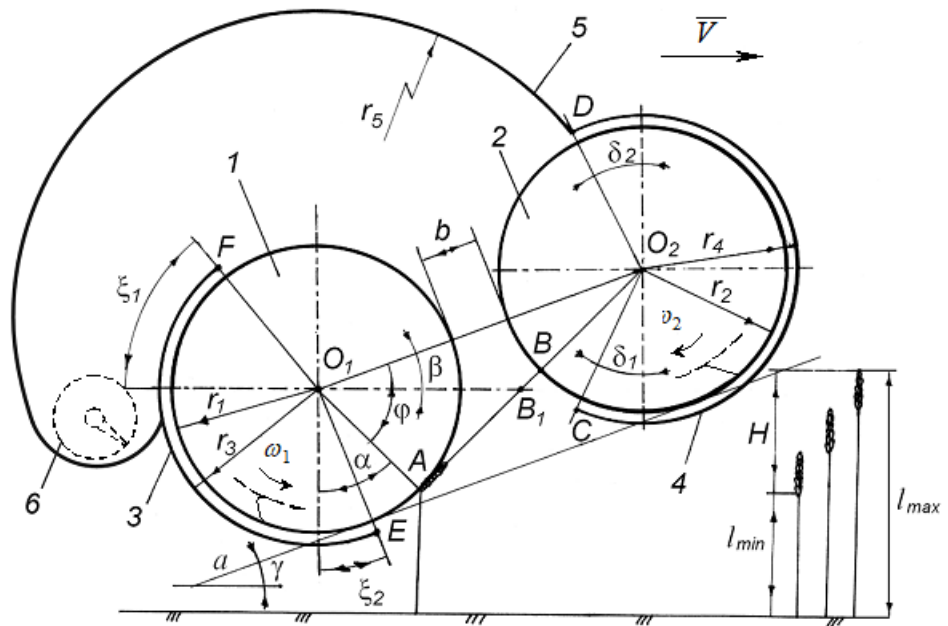


Рис. 2.8. Схема вичисувального пристрою:

1 - вичисувальний барабан; 2 - бітер-відбивач; 3 - кожух вичисувального барабана; 4 - кожух бітера-відбивача; 5 - верхній кожух; 6 - збірка вичесаного вороху.

НУБІП України

рослин коливається в межах від 0,2 до 0,3 м. Беручи до уваги геометрію стеблостою, а саме розташування суцвіть, проведемо графоаналітичний аналіз роботи вичисувального пристрою з бітером-відбивачем. Для цього уявімо вичисувальний пристрій у вигляді схеми (рис. 2.8) із зазначенням геометричних параметрів і з дотриманням масштабу 2.2. Графоаналітичний аналіз роботи вичисувального пристрою з бітером-відбивачем.

НУБІП України

Під час переходу від однобарабанної конструкції вичисувального пристрою до двобарабанної з бітером-відбивачем слід зазначити, що параметри бітера-відбивача безсумнівно залежать від геометрії стеблостою рослин зернових культур. Геометричні розміри як вичисувального барабана, так і бітера-відбивача мають забезпечити нормальну, якісну роботу пристрою за високого й низького стеблостою, полеглого й пониклого стану рослин. Основними характеристиками геометрії стеблостою є максимальна (l_{max}) і мінімальна (l_{min}) висота рослин і зона розташування суцвіть (H) (рис. 2.8). Геометричні параметри

НУБІП України

НУБІП України

рослин і стеблостою загалом є випадково варіюючими величинами. Висота суцвіть на одному й тому самому полі коливається в широкому діапазоні. Як показують результати вимірювань під час вивчення фізико-механічних властивостей зернових культур, зона розташування суцвіть рослин коливається в межах від 0,2 до 0,3 м. Беручи до уваги геометрію стеблостою, а саме розташування суцвіть, проведемо графоаналітичний аналіз роботи вичісувального пристрою з бітером-відбивачем. Для цього уявімо вичісувальний пристрій у вигляді схеми (рис. 2.8) із зазначенням геометричних параметрів і з дотриманням масштабу.

Розглянемо на початку необхідні умови для якісного вичісування короткостеблових рослин. Під час дослідження взаємодії робочих органів вичісувального барабана та бітера-відбивача з рослинами приймаємо такі припущення:

- 1 Продукти обмолоту набувають швидкості, що дорівнює окружній швидкості вичісувальних гребінок.
- 2 Вісь бітера-відбивача O_2 переміщається відносно осі вичісувального барабана O_1 за траєкторією кола радіусу O_1O_2 .
- 3 Кут початку вичісування суцвіть, за якого продукти обмолоту будуть спрямовані на активну зону бітера-відбивача, приймаємо рівним $\pi/4$.

За цих припущень найвище положення (що забезпечує оптимальні умови вичісування високостеблових рослин) бітер-відбивач буде займати, коли траєкторія вичесаного зерна буде спрямована по нормалі до поверхні бітера-відбивача в точку В. Якщо траєкторія зерна сягатиме поверхні бітера-відбивача вище за точку В (тобто нормалі АВ до поверхні кола O_1O_2), то кут падіння зерна до поверхні бітера-відбивача буде гострим і зерно відіб'ється від нього догори та буде спрямоване в збірник. У разі досягнення зерна поверхні бітера-відбивача нижче точки В воно відбиватиметься донизу на поверхню поля і створюватиме втраги зерна оеипем. Під час руху зерна за нормаллю до поверхні (тобто за дотичною АВ), воно має за законами механіки відбитися за тією самою нормаллю, але тому що поверхня бітера-відбивача разом із закріпленими на її

поверхні робочими органами обертається за годинниковою стрілкою, то зерно в цьому разі завдяки миттєвим силам тертя та дії робочих органів буде спрямоване також догори. Із цих міркувань випливає, що максимально верхнє положення бітера-відбивача відносно осі обчисувального барабана O_1 , яке забезпечує

повноту збирання зерна з низькорослих рослин, буде за розташування його центру O_2 на лінії дотичної АВ. Дане положення бітера-відбивача визначимо кутом (кут нахилу до горизонту лінії, що з'єднує центри O_1 і O_2). Звідси визначимо кут :

$$\cos \varphi = O_1A / O_1O_2$$

де r_1 - радіус вичісувального барабана по кінцях гребінок.

O_1O_2 - відстань між центрами вичісувального барабана і бітера-відбивача:

$$O_1O_2 = r_1 + b + r_2$$

b - відстань між бітером-відбивачем і очесувальним барабаном;

r_2 - радіус бітера-відбивача по кінцях гребінок.

Таким чином, можна записати

$$\cos \varphi = \frac{r_1}{r_1 + b + r_2},$$

звідси випливає

$$\varphi = \arccos \frac{r_1}{r_1 + b + r_2}. \quad (2.6)$$

Знаючи кут φ , визначимо кут β

$$\beta = \varphi - \pi / 4$$

Підставивши це рівняння у вираз (2.6), отримаємо

$$\beta = \arccos \frac{r_1}{r_1 + b + r_2} - \pi / 4. \quad (2.7)$$

Для пристрою для вичісування за рівних радіусів r_1 і r_2 кут γ - кут нахилу

до горизонту дотичної до поверхні барабанів дорівнюватиме, бо дотична до поверхонь барабанів буде паралельною до лінії, що з'єднує їхні центри O_1O_2 .

Наступний етап розрахунку геометричних параметрів - визначення

відстані b між барабаном, що вичісує, і бітером-відбивачем. Для цього розглянемо вплив кожуха бітера-відбивача на технологічний процес роботи, який залежатиме від положення кінцевої точки C кожуха бітера-відбивача. Як показали попередні дослідження [34, 125], частина вичесаного зерна потрапляє між бітером-відбивачем та його кожухом і викидається по дотичній до поверхні кожуха на вичісувальний барабан.

Положення т. C визначатиметься траєкторією зерна після вичісування квіток вичісувальним барабаном. З попередніх міркувань напрямком польоту зерна після вичісування має бути не нижче т. B . Відповідно положення т. C не вище т. B . У такому разі зерно, що потрапило між бітером-відбивачем і його кожухом, буде спрямоване (рис. 2.9) по дотичній до бітера-відбивача в т. B на поверхню вичісувального барабана (точку B у цьому разі приймаємо за крайнє верхнє положення т. C).

Уявімо можливі положення центру O_2 бітера-відбивача відносно вичісувального барабана, його центру O_1 , і вплив зміни відстані b на процес взаємодії роботи вичісувального барабана і бітера-відбивача. Визначальним параметром при цьому буде взаємне розташування т. B і т. B_1 (рис. 2.9), точки перетину дотичної AB і горизонталі, що проходить через вісь O_1 вичісувального барабана.

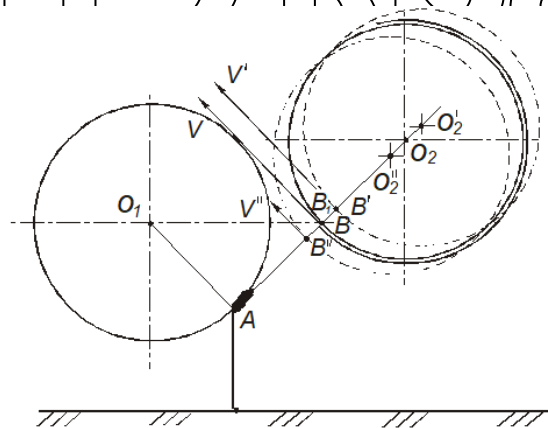


Рис. 2.9. Схема для визначення взаємного розташування бітера-відбивача та вичісувального барабана

У разі розташування т. B вище точки B_1 зерно по дотичній $B'V'$ безперешкодно потрапить у збірник зерна, але при цьому з'являється можливість підвищення втрат зерна за рахунок збільшення зазору між барабанами. При розташуванні т. B у точці B' зерно за дотичною BV також буде спрямоване в збірник зерна і обчисувальний барабан сприятиме транспортуванню зерна. Якщо т. B знаходиться нижче точки B_1 , вичисувальний барабан стає перешкодою на шляху руху зерна по дотичній BV від бітера-відбивача, що також може спричинити збільшення втрат.

Таким чином, оптимальним положенням бітера-відбивача по відношенню до вичисувального барабана будемо вважати положення, за якого т. B збігається з т. B_1 . Це твердження вочевидь буде справедливим і в разі зменшення радіуса (r_2) бітера-відбивача.

Для визначення відстані (b) між барабанами скористаємося рисунком 2.10.

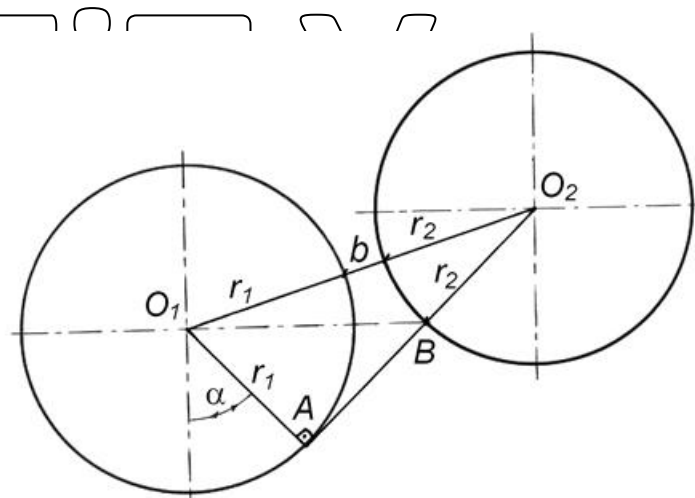


Рис. 2.10 Схеми для визначення відстані між бітером-відбивачем і вичисувальним барабаном

Згідно з ухваленими раніше допущеннями (AB - дотична до поверхні вичисувального барабана, кут $\alpha = \pi/4$) ΔO_1AB рівнобедрений і прямокутний, тобто $O_1A = AB = r_1$. Таким чином, з ΔO_1AO_2 визначимо:

$$b = \sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2} - r_1 - r_2 \quad (2.8)$$
 Визначивши відстань b згідно з Виразом (2.8), скоригуємо вирази (2.6, 2.7) для визначення кутів φ згідно з Виразом (2.8), скоригуємо вирази (2.6, 2.7) для

визначення кутів φ і β :

$$\varphi = \arccos \frac{r_1}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}}, \quad (2.9)$$

$$\beta = \arccos \frac{r_1}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}} - \pi/4. \quad (2.10)$$

Отримані вирази (2.8-2.10) для визначення відповідно b, φ, β справедливі для пристрою для вичісування, в якому r_1 і r_2 мають різні значення.

Визначимо кут γ за різних радіусів r_1 і r_2 (рис. 2.11).

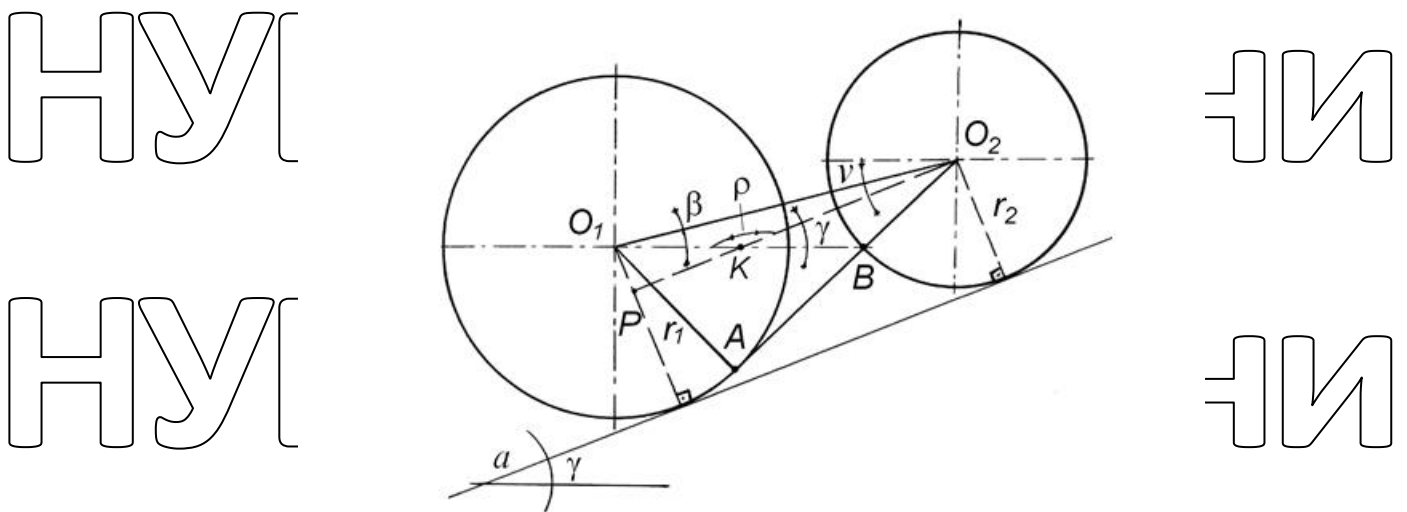


Рис. 2.11. Схема для визначення кута γ

Провівши низку додаткових побудов $r_1 \perp a$ (a - дотична до барабана, що обчісує, і бітера-відбивача), $r_2 \perp a$, $O_2P \parallel a$, $\angle O_1O_2P = \nu$, $\angle O_1KO_2 = \rho$, $O_1P = r_1 - r_2$, $O_1O_2 = r_1 + b + r_2$.

Таким чином, маємо $\gamma = \pi - \rho$, $\rho = \pi - \beta - \nu$, звідси $\gamma = \beta + \nu$.

НУБІП України

звідки

НУБІП України

Підставивши в рівняння $\gamma = \beta + \nu$ вирази (2.10, 2.11), маємо

$$\gamma = \arccos \frac{r_1}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1 \cdot r_2 + r_2^2}} + \arcsin \frac{r_1 - r_2}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1 \cdot r_2 + r_2^2}} - \pi/4. \quad (2.12)$$

НУБІП України

Значення кута γ , визначене з виразу (2.12) буде максимальним, тому що в

НУБІП України

разі його збільшення шляхом підняття осі бітера-відбивача порушуються, як було зазначено раніше, нормальні умови роботи пристрою для вичісування.

НУБІП України

Після визначення оптимальних умов вичісування короткостебельних рослин (кута γ нахилу спільної дотичної до горизонту; кута β нахилу прямої,

НУБІП України

що з'єднає центри барабанів до горизонту; відстані b між барабанами), розглянемо необхідні умови для якісного вичісування довгостебельних рослин з

НУБІП України

урахуванням прийнятих припущень та отриманих результатів досліджень з вичісування короткостебельних рослин. Виходячи із завдань досліджень,

НУБІП України

вивчимо вплив величини радіусу бітера-відбивача та його кожуха на надходження високорослих рослин до зони вичісування; взаємодію пасивної зони бітера-відбивача (зони тертя суцвіття об його кожух) та рослин; зміну довжини дуги активної зони бітера-відбивача за відбиття вичісуваного оберемка у збірник пристрою. Під час проходження рослини під бітером-відбивачем (рис.

НУБІП України

2.12) стебло вигинається і рослина не випрямившись, тобто перебуваючи під впливом бітера-відбивача, може потрапити під дію обчісувального барабана. У цьому разі стебло інтенсивно прочісується і внаслідок механічної взаємодії гребінок вичісувального барабана та стебел рослин відбувається вимолот зерна

із суцвіть, які ще не потрапили до зони вичісування, й обривання верхньої частини рослин із суцвіттями, що призводить до додаткових втраг вільним зерном та обриваним колоссям на поверхню поля.

Для проведення досліджень щодо впливу радіусу бітера-відбивача та його розташування за висотою на оптимальні умови надходження довгостеблових рослин до зони вичісування, було проведено механічне моделювання руху рослини до зони вичісування відносно поверхні бітера-відбивача за зміни його діаметру, кута γ нахилу та величини занурення робочих органів гребінки в стеблостої. Для цього було використано лабораторну установку вичісувального пристрою (див. рис. 3.2). Діаметр бітера-відбивача приймався рівним 700, 450, 380, 340 мм. Кут γ нахилу змінювався від 5 до 25 з інтервалом 5. Занурення робочих органів у стебло-лістої H змінювалося від 350 до 550 мм з інтервалом 50 мм. Висоту рослини рису приймали рівною 0,8 м, як середнє значення за вимірами стеблостою.

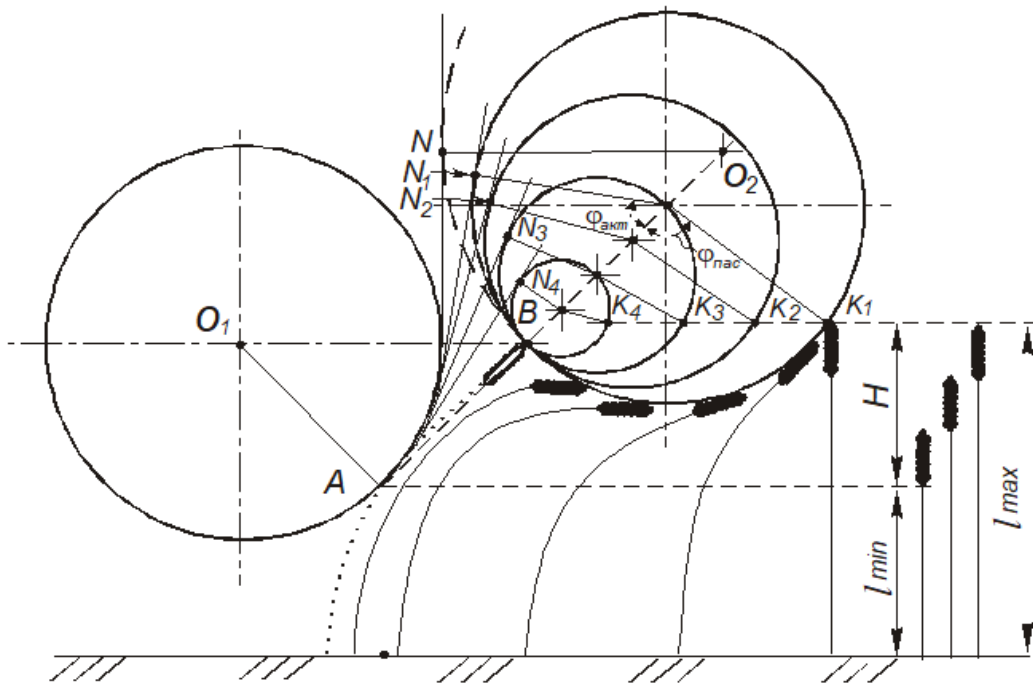


Рис. 2.12. Характерні зони бітера-відбивача

Дослідження проводилося в такій послідовності. Рослину рису своєю

НУБІП УКРАЇНИ

основою закріплювали затискачами в касеті. Встановлювалися задані параметри діаметра бітера-відбивача, кута його нахилу і величини занурення робочих органів. Потім рівною горизонтальною поверхнею вручну перемішали касету із закріпленою рослиною і спостерігали ковзання волоті по кожуху бітера-відбивача до надходження її в зону вичісування. При цьому за оптимальні умови надходження волоті до зони вичісування приймали положення рослини, коли волоть потрапляє до зони вичісування раніше, ніж вигнуте стебло торкнеться робочих органів барабана, що вичісує (зображено пунктиром) (рис. 2.12).

НУБІП УКРАЇНИ

У результаті проведених досліджень встановлено, що зміна діаметра бітера-відбивача та кута γ нахилу на умови надходження високих рослин до зони вичісування не впливають, а найбільший вплив має величина занурення робочих органів у стеблостій. Що більша величина занурення, то більша ймовірність перебування стебел рослин робочими органами вичісувального барабана перш, ніж їхні суцвіття надійдуть у зону вичісування. На підставі досліджень нормальні умови надходження високорослих рослин у зону вичісування матимуть місце за величини занурення робочих органів у стеблостій, що дорівнює 350-450 мм.

НУБІП УКРАЇНИ

Як було встановлено вище, діаметр бітера-відбивача не впливає на надходження суцвіть рослин до зони вичісування, але величина поверхні бітера-відбивача великою мірою впливає на механічний вплив на суцвіття за рахунок тертя під час його ковзання кожухом бітера й особливо на відбиття вичесаного оберемка в заданому напрямку. При цьому, якщо в першому випадку нерухомий пасивний кожух бітера-відбивача спричиняє негативне явище - вимолочує слабо зв'язані зерна та збільшує тим самим втрати зерна осипом, то в другому - активна, обертова поверхня бітера-відбивача, яка обертається, виконує позитивні функції: спрямовує обчесаний оберемок у збірник зерна.

НУБІП УКРАЇНИ

Для того, щоб визначити оптимальну поверхню бітера-відбивача, проаналізуємо залежність його активної та пасивної зон від зміни діаметра. Зміну розмірів характерних зон визначали для бітерів-відбивачів із радіусами від 0,05 м до 0,5 м з інтервалом варіювання 0,05 м.

На рис. 2.12 показано зміни пасивної зони бітера-відбивача BK_i від діаметра за постійно заданої величини занурення робочих органів у стеблостой 0,4 м. Звідки випливає, що з більшим діаметром бітера-відбивача, то більший шлях проходить суцвіття його пасивною зоною BK_i , і рослини, перш ніж потрапити до зони вичісування, більшою мірою вигинаються й деформуються, а зерна із суцвітть за рахунок сил тертя вимодочуються й обсіпаються. Зі зменшенням діаметра бітера-відбивача кількість рослин, що безперешкодно потрапляють у зону вичісування, збільшується, а негативний вплив кожуха бітера на суцвіття знижується. Довжина дуги BK_i пасивної зони залежно від радіуса бітера-відбивача змінюється за лінійною закономірністю (рис. 2.13, крива 1) (табл. 2.1).

Основна функція бітера-відбивача - це віддзеркалення вичесаного вороку в заданому напрямку і залежить вона в основному від величини активної зони.

Зміни активної зони BH_i бітера-відбивача від діаметра показано на рисунках 2.12 і 2.13, крива 2, з яких випливає, що зі зменшенням радіуса довжина дуги BH_i зменшується, але закономірність зміни не лінійна, як пасивної зони, а квадратична парабола.

Із графіків (рис. 2.13) випливає, що зі зміною радіуса бітера-відбивача від 0,5 до 0,25 м довжина дуги активної зони $L_{акт}$ змінилася на 0,1 м, а довжина дуги пасивної зони $L_{пас}$ - на 0,4 м, тобто зменшилася в чотири рази порівняно з активною зоною. Подальше зменшення радіуса бітера-відбивача від 0,25 до 0,05 м також веде до зміни різниці довжин дуг пасивної та активної зон, але з меншою інтенсивністю.

Для обґрунтування вибору оптимального співвідношення пасивної та активної зон і відповідного радіуса бітера-відбивача проаналізуємо графік (рис. 2.14) зміни відношення $L_{акт}/L_{пас}$ від радіуса бітера-відбивача, що описується нелінійною залежністю, яка має екстремальне значення.

Н
Н

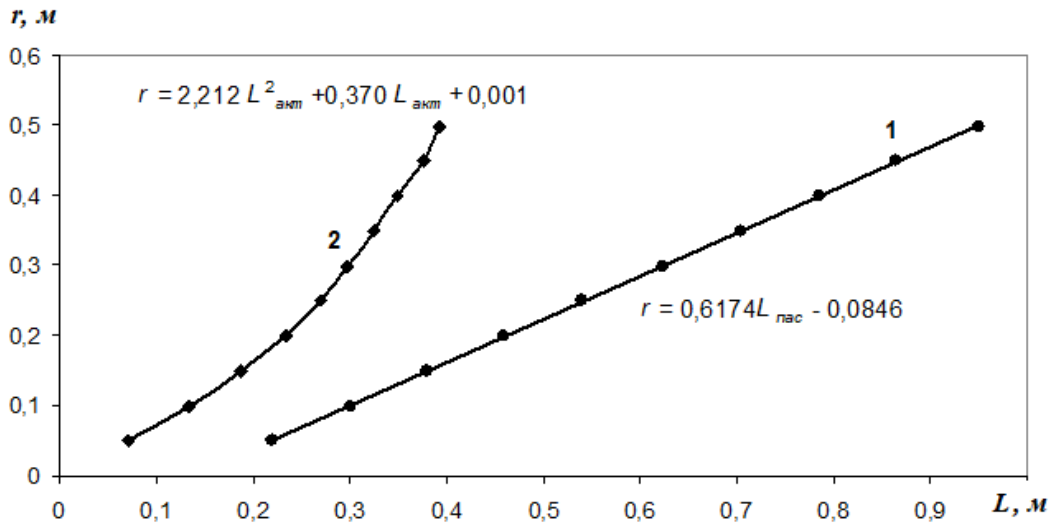


Рис. 2.13. Графік залежності радіуса бітера-відбивача та його активної і пасивної зон:

1 - крива залежності від пасивної зони; 2 - крива залежності від активної зони.

Таблиця 2.1
Зміна параметрів бітера-відбивача в разі зменшення його радіуса

№ r_2	$P_{акт}$, м	$P_{пас}$, м	$\alpha_{акт}^o$	$\alpha_{пас}^o$	$L_{акт}$	$L_{пас}$	$L_{пас}/L_{акт}$
1	0,50	0,55	45°	99°	0,392	0,950	2,42
2	0,45	0,50	48°	99°	0,377	0,864	2,29
3	0,40	0,45	50°	100°	0,349	0,785	2,25
4	0,35	0,40	53°	101°	0,324	0,705	2,16
5	0,30	0,35	57°	102°	0,298	0,623	2,09
6	0,25	0,30	62°	103°	0,270	0,539	2,00
7	0,20	0,25	67°	105°	0,234	0,458	1,96
8	0,15	0,20	72°	110°	0,188	0,380	2,02
9	0,10	0,15	77°	115°	0,134	0,301	2,25
10	0,05	0,10	81°	124°	0,071	0,222	3,13

Це відношення розглянемо за максимального зазору між бітером-відбивачем і його кожухом, що дорівнює 0,05 м. До отриманій залежності

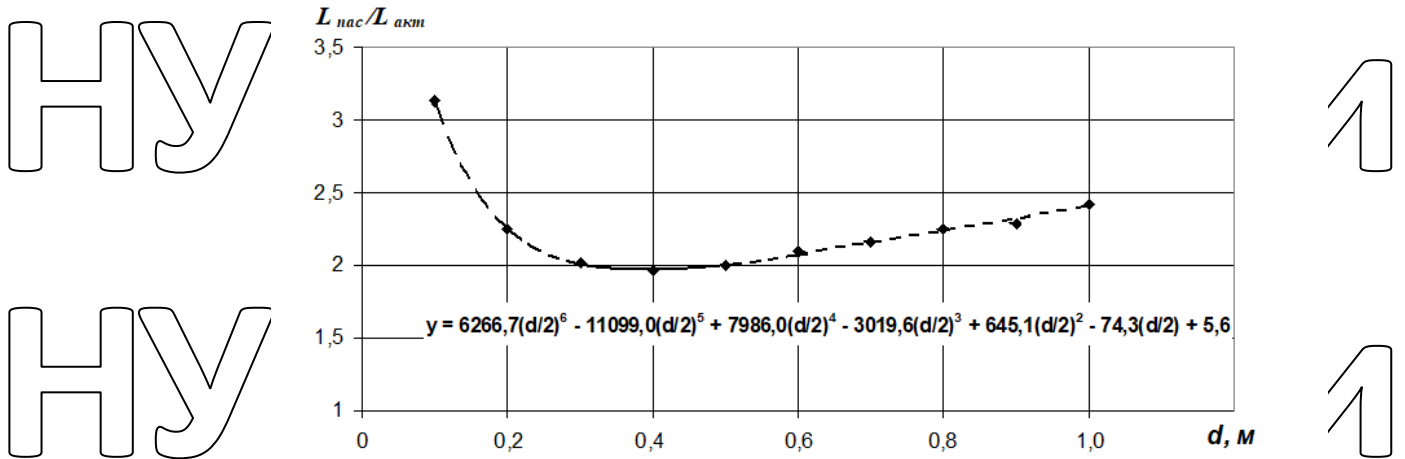


Рис. 2.14. Графік залежності відношення пасивної та активної зон від радіуса бітера-відбивача.

підбрано емпіричне рівняння

$$y = 6266,7(d/2)^6 - 11099,0(d/2)^5 + 7986,0(d/2)^4 - 3019,6(d/2)^3 + 645,1(d/2)^2 - 74,3(d/2) + 5,6$$

де y - відношення пасивної частини кожуха до активної зони бітера-

відбивача, $L_{пас}/L_{акт}$,
 $d/2$ - радіус бітера-відбивача r , м.

Дослідження функції на екстремум на проміжку значень радіуса бітера-відбивача від 0,1 м до 0,5 м з інтервалом 0,05 м дало змогу встановити оптимальне значення радіуса бітера-відбивача $r = 0,19$ м.

Визначимо положення характерних кінцевих точок кожуха бітера-відбивача C, D і відповідних їм кутів δ_1, δ_2 (рис. 2.8, 2.15).

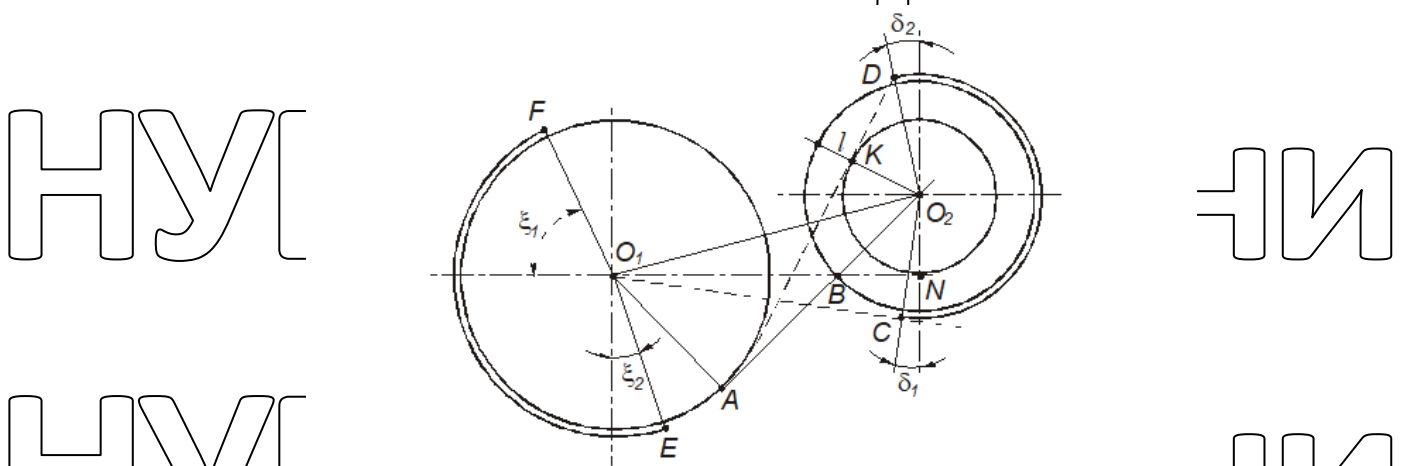


Рис. 2.15 Схема для визначення положення характерних точок

Це завдання раніше вирішували експериментальним шляхом [34, 125], який потребує великих витрат праці. Вивчивши особливості двобарабанного вичісувального пристрою та його технологічний процес за допомогою графоаналітичного аналізу, було визначено характерні точки кожуха бітера-відбивача.

Положення т. D (рис. 2.15) має забезпечувати мінімальне потрапляння продуктів обмолоту під час вичісування в зазор між бітером-відбивачем і його кожухом. Визначення положення т. D проведемо з урахуванням внутрішнього діаметра бітера-відбивача. Під час вичісування рослин продукти обмолоту не

завжди можуть потрапити під вплив гребінок бітера-відбивача в активній його

зоні. Розглянемо один із цих крайніх випадків, коли зерно після вичісування буде спрямоване по дотичній AK до бітера-відбивача. При цьому зерно має потрапити у верхній кожух пристрою для вичісування, минаючи зазор між бітером-

відбивачем і його кожухом, і відбившись від верхнього кожуха, попрямує до

збірки вчесаного вороху. Таким чином, оптимальним положенням т. D і

відповідного значення кута δ_2 вважатимемо точку перетину дотичної AK з колом, що описує кожух бітера-відбивача. У процесі роботи бітера-відбивача

частина обчесаної зернової купи все-таки може потрапити в зону між бітером-

відбивачем і його кожухом за рахунок повітряного потоку. У цьому разі ворох

рухатиметься від т. D до т. C , яка є точкою сходження зерна з внутрішньої

поверхні кожуха. Положення т. C має забезпечити напрямок руху вороху після

сходження по нормалі до вичісувального барабана CO_1 . Якщо траєкторія руху

оберемка після сходження з кожуха буде спрямована нижче за норму CO_1 в зону

вичісування (в зону т. A), можливе його віддзеркалення на поверхню поля, що

спричинить небажані втрати зерна. З аналізу руху оберемка у напрямку вище

нормалі CO_1 випливає, що положення т. C може наближатися до т. B або

збігатися з нею. Для процесу, що розглядається, це цілком зрозуміло і сприяє

транспортуванню обчесаного вороху в збірник.

За високорослого й рівномірного стеблостою це позитивно позначається на роботі пристрою для вичісування, але під час збирання полеглих і нерівномірних хлібів кожух стає перепорою на шляху купи, вчесаної

гребінками барабана нижче т. А. У результаті проведених досліджень положення т. С для роботи на полеглому стеблостойі визначається точкою дотику, дотичної до кожуха бітера-відбивача, що проходить через центр O_1 вичісувального барабана при цьому кут δ_1 - min. Для прямостоячого стеблостою з рівномірною зоною розташування суцвіть т. С переміститься в т. В при цьому кут δ_1 - max.

Таким чином, положення т. С залежить від стану стеблостою рослин.

Положення т. С визначається величиною кута δ_1 , який знаходиться з трикутників O_1O_2C і O_1O_2A

$$\delta_1 = \pi/4 - \arccos \frac{r_4}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}} + \arcsin \frac{r_1}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}}, \quad (2.13)$$

де r_4 - радіус кожуха бітера-відбивача.

Положення т. D визначається величиною кута δ_2 , який знаходиться з трикутників DO_2K і AO_2K

$$\delta_2 = 3\pi/4 - \arccos \frac{r_2 - l}{r_1 + r_2} - \arccos \frac{r_2 - l}{r_4}, \quad (2.14)$$

де l - довжина зуба гребінки, що вичісує.

Дослідженнями процесу вичісування низькорослих і високорослих рослин, вичісувального пристрою з бітером-відбивачем встановлено:

1. Кути, що характеризують розташування бітера-відбивача (за різних його радіусів).
2. Відстань між бітером-відбивачем і вичісувальним барабаном
3. Кут нахилу спільної дотичної вичісувального барабана і бітера-відбивача до горизонту.
4. Положення характерних точок кожуха бітера-відбивача і відповідних їм кутів.
5. Оптимальний радіус бітера-відбивача $r = 0,19$ м.

У процесі роботи очесувального пристрою з бітером-відбивачем під час збирання повних хлібів, частина не обчесаних суцвіть потрапляє на гребінки бітера-відбивача. Для того щоб якісно обчесати рослини, що надійшли,

параметри гребінок бітера-відбивача мають відповідати параметрам гребінок обчисувального барабана. Тому такі параметри як кількість рядів гребінок бітера-відбивача, довжина вичісувального пальця, його форма і кут нахилу визначаються згідно з наявною теорією визначення параметрів гребінок вичісувального барабана [125], наведеною в розділі (2.1).

2.3 Дослідження динаміки руху зерна по напрямній поверхні верхнього кожуха

Одночасно з розв'язанням задачі теоретичного обґрунтування впливу параметрів бітера - відбивача на якісні показники роботи пристрою, виникла також необхідність розгляду руху зерна поверхнею верхнього відбивального кожуха. Завдання полягає у визначенні швидкості руху зерна поверхнею кожуха і чи достатня вона для проходження поверхні його до збірки вичесаного вороху. У разі недостатньої швидкості зерно може потрапити в зону обертання вичісувального барабана і на поверхню поля, тим самим збільшуючи відсоток втрат.

Напряму поверхню прийемо за циліндричну поверхню заданого радіуса R , що відповідає реальній дійсності, оскільки ця поверхня мало відрізняється від кола певного радіуса. З практичної точки зору становить інтерес переміщення зерна на чверть кола.

Якщо зерно досягне найвищої точки A (рис. 2.16), тоді воно обов'язково впаде в уловлювач. Механічну модель переміщення зерна представимо такою розрахунковою схемою.

Переміщення зерна здійснюється по циліндричній поверхні OA радіуса R . Зобразимо зерно, що переміщається, в довільній точці M , положення якої визначається кутом φ відносно горизонтального радіусу OO_1 , тобто в момент, коли задано початкову швидкість \vec{V}_0 , з якою частки зерна починають рухатися внутрішньою поверхнею верхнього кожуха, що відбиває зерно. У поточному положенні, що характеризується кутом φ , невідому швидкість позначимо вектором \vec{V} , який спрямований по дотичній до траєкторії руху.

Для дослідження динаміки руху зерна на ділянці OA застосуємо теорію невільного руху матеріальної точки по заданій кривій $\rho = \rho(\varphi)$ (окружність радіуса R). Із цією метою позначимо всі задані сили й реакції зв'язків, що діють на точку M . До цих сил належать сила тяжіння \bar{P} , реакція напрямної \bar{N} та сила тертя $\bar{F}_{тр}$. Зв'яжемо з рухомою точкою M рухомі осі координат (τ, n) .

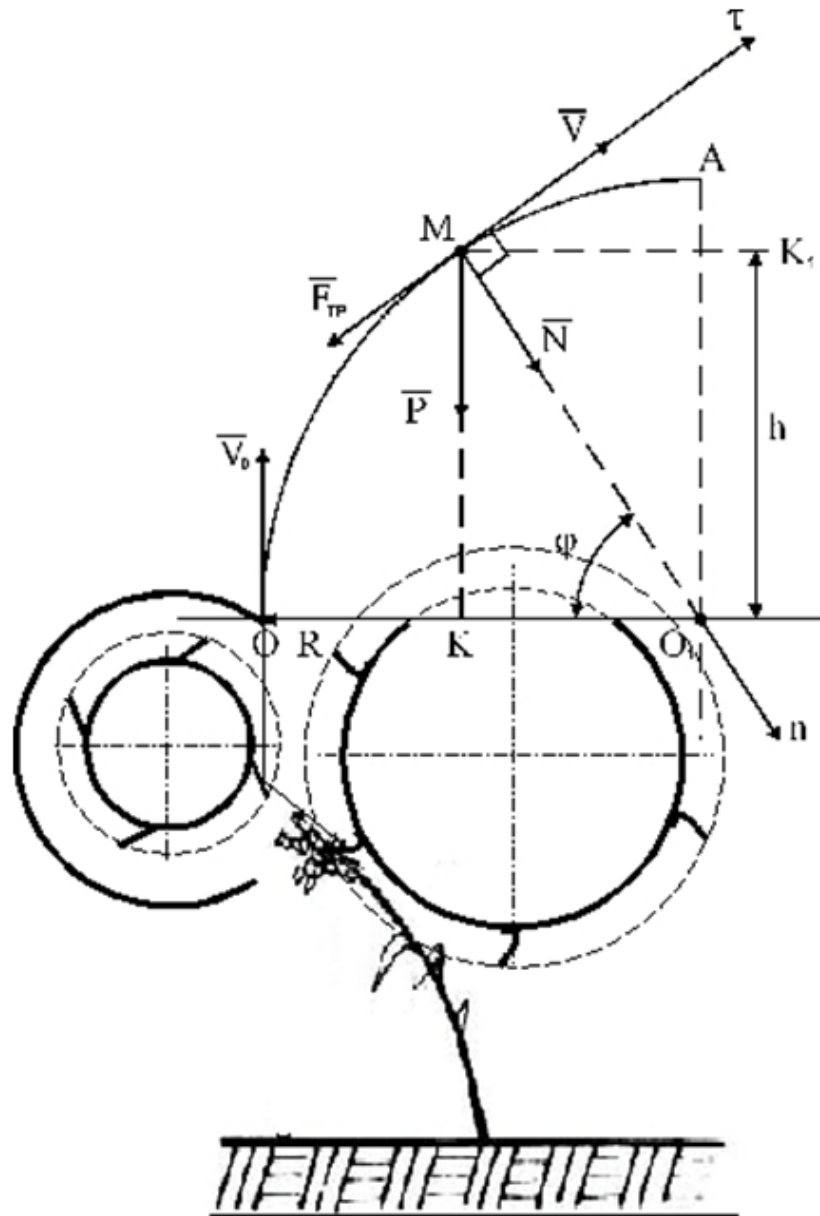


Рис. 2.16. Динаміка руху зерна по напрямній верхнього кожуха

Диференціальні рівняння руху точки M у формі Ейлера мають вигляд.

$$\begin{cases} m \frac{dV}{dt} = F_{mp} - P \cos \varphi \\ m \frac{V^2}{\rho} = N - P \sin \varphi \end{cases}, (2.15)$$

де $F_{mp} = fN$, f - коефіцієнт тертя зерна об напрямну поверхню OA .

У системі рівнянь (2.15) основоположними характеристиками є кут φ , нормальний тиск N , а також початкова швидкість V_0 .

Нормальну складову тиску N визначимо з першого рівняння системи (2.15)

$$N = m \frac{V^2}{\rho} - P \sin \varphi. (2.16)$$

У момент відриву зерна від поверхні, що відбиває, $N = 0$, можна визначити з цього виразу кут φ , якщо ми знатимемо значення швидкості V . Для

визначення швидкості V скористаємося теоремою про зміну кінетичної енергії

руху точки M на ділянці OA .

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \sum A_i, (2.17)$$

де $\sum A_i$ - сума робіт усіх сил, що діють на точку M .

Сума робіт включає роботу сили тяжіння P і роботу сили тертя. З рис. 2.16 випливає, що робота сили тяжіння буде величиною від'ємною (початкове положення точки M нижче за поточне) і дорівнюватиме:

$$A_p = -Ph = -P\rho \sin \varphi. (2.18)$$

Робота сили тертя Φ_{mp} завжди величина від'ємна. Ця робота буде дорівнювати:

Враховуючи (2.18) і (2.19), вираз (2.17) набуває вигляду.

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -P\rho \sin \varphi - F_{mp}\rho\varphi, (2.20)$$

де:

$$\Phi_{mp} = fN = fP \sin \varphi, P = mg, (2.21)$$

тоді вираз (2.20) набуває вигляду

$$\frac{V^2}{2} - \frac{V_0^2}{2} = -g\rho \sin \varphi - f g \rho \sin \varphi \cdot (2.22)$$

Згідно з рівнянням 2.22 з урахуванням коефіцієнта тертя ковзання зерна об поверхню верхнього направляючого кожуха $f = 0,32$ [54, 61] визначимо квадрат швидкості V^2 .

$$V^2 = V_0^2 - 2g\rho \sin \varphi - 2g\rho f \sin \varphi \cdot (2.23)$$

У результаті підстановки значення отриманого для V^2 у рівняння 2.16 матимемо такий вираз

$$N = \frac{mV_0^2}{\rho} - 3mg \sin \varphi - 2mgf \sin \varphi \cdot (2.24)$$

Розглянемо рух зерна в момент відриву його від поверхні, що відбиває, тобто за $N = 0$. У цьому разі можна записати

$$\frac{mV_0^2}{\rho} - mg \sin \varphi (3 + 2f\varphi) = 0 \cdot (2.25)$$

при цьому

$$\sin \varphi = \frac{V_0^2}{g\rho(3 + 2f\varphi)} \cdot (2.26)$$

У загальному випадку вираз (2.25) визначає положення точки M , за якого відбудеться відрив зерна. З практичної точки зору нас цікавить положення точки, коли $\varphi = \pi/2$. Бо в такому разі $\varphi > \pi/2$ зерно, що відірвалося від верхнього кожуха, гарантовано потрапляє до збірки обчесаного вороху.

При $\varphi = \pi/2$, $\sin \varphi = 1$ і вираз (2.26) матиме вигляд

$$1 = \frac{V_0^2}{g\rho(3 + f\pi)}$$

У результаті ми можемо визначити необхідну початкову швидкість руху зерна, достатню для проходження поверхні кожуха

$$V_0 = \sqrt{g\rho(3 + f\pi)} \cdot (2.27)$$

Згідно з теорією обмолоту на корені процес відокремлення зерна від

судвіття нормально протікає за $V_{от} = 14,0 \dots 16,5$ м/с [123].

У результаті підстановки в рівняння (2.26) значень $R = 1$ м, $g = 9,8$ м/с²; $f = 0,32$ отримали достатню початкову швидкість $V_0 = 6,3$ м/с для проходження поверхні, тобто отримане раніше значення цілком задовольняє розроблену конструкцію.

2.4 Теоретичне визначення енергетичних параметрів вичисувального барабана та бітера-відбивача вичисувального пристрою

Для визначення енергетичних параметрів використовуємо диференціальні рівняння руху, в основу яких покладено механічну модель, зображену на рис.

2.17.

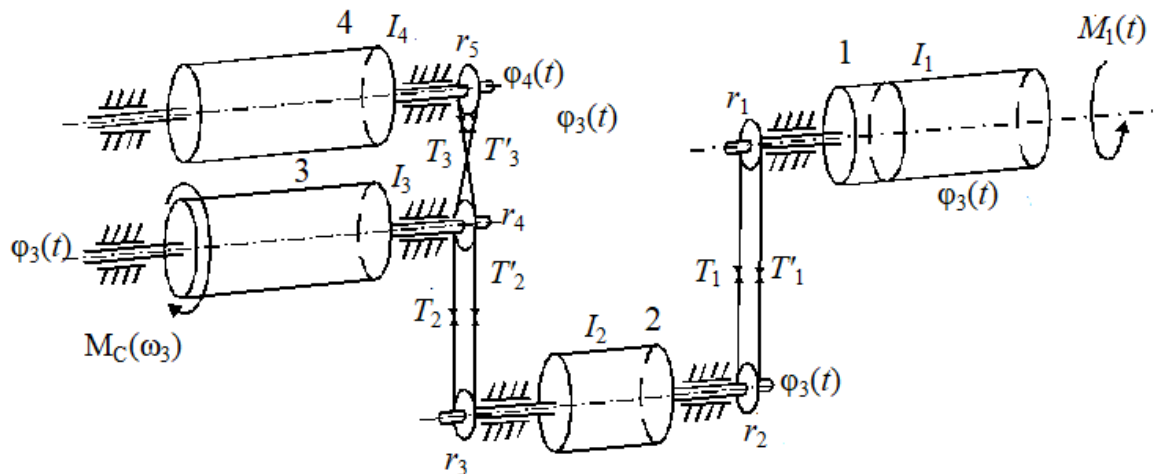


Рис. 2.17. Механічна модель пристрою для вичісування:

1 - привід; 2 - редуктор; 3 - барабан для вичісування; 4 - бітер-відбивач

Під час виведення диференціальних рівнянь динаміки механічної системи, яку ми розглядаємо, приймемо такі припущення:

1) Окремі великі конструктивні вузли 1, 2, 3, 4, з'єднані за допомогою ланцюгів і ременів, являють собою абсолютно тверді тіла, наділені певними масами з відповідними моментами інерції I_1, I_2, I_3 і I_4 .

2. Податливістю валів, ланцюгів і ременів нехтуємо, тому що ці

податливості несуттєво впливають на абсолютні швидкості обертання великих конструктивних вузлів, барабана, що вичісує, і бітера-відбивача.

3. Гребінки - абсолютно тверді тіла.

4. Зовнішнім тертям у підшипниках нехтуємо.

5. Податливість в опорах відсутня.

6. До ротора приводу прикладено зовнішній момент $M_1 = M_1(t)$ - відома функція часу, а до барабана, що обчисує, - момент опору: $M_C = M_C(\omega_3)$ - відома функція кутової швидкості.

Позначимо абсолютні кути поворотів великих конструктивних вузлів через $\varphi_1(t)$ - приводу, $\varphi_2(t)$ - редуктора, $\varphi_3(t)$ - вичісувального барабана і $\varphi_4(t)$ - бітера-відбивача. На підставі принципу Даламбера [109] побудуємо таку систему диференціальних рівнянь (2.28):

$$\begin{cases} I_1 \ddot{\varphi}_1 = M_1(t) + T_1 r_1 - T_1' r_1, \\ I_2 \ddot{\varphi}_2 = T_1' r_2 - T_1 r_2 + T_2 r_3 - T_2 r_3, \\ I_3 \ddot{\varphi}_3 = T_2 r_4 - T_2' r_4 - M_C(\omega_3) + T_3' r_4 - T_3 r_4, \\ I_4 \ddot{\varphi}_4 = T_3 r_5 - T_3' r_5, \end{cases} \quad (2.28)$$

де $T_1, T_1', T_2, T_2', T_3, T_3'$ - невідомі натяги відповідних ведених і ведучих гілок ланцюгів і ременя;

r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 - радіуси зубчастих коліс і шківів.

З метою визначення кутових швидкостей барабана, що обчисує, і бітера-відбивача перетворимо систему (2.28) таким чином. Складемо перше рівняння з другим за умови $r_1 = r_2$, у результаті отримуємо:

$$I_1 \ddot{\varphi}_1 + I_2 \ddot{\varphi}_2 = M_1(t) + T_2' r_3 - T_2 r_3 \quad (2.29)$$

Отримане співвідношення (2.29) помножимо на r_4 , а третє рівняння системи (2.27) на r_3

$$\begin{cases} I_1 \ddot{\varphi}_1 r_4 + I_2 \ddot{\varphi}_2 r_4 = M_1(t) r_4 + T_2' r_3 r_4 - T_2 r_3 r_4, \\ I_3 \ddot{\varphi}_3 r_3 = T_2 r_3 r_4 - T_2' r_3 r_4 - M_C(\omega_3) r_3 + T_3' r_3 r_4 - T_3 r_3 r_4 \end{cases}$$

Склавши ліві та праві частини співвідношень знаходимо

$$I_1 \ddot{\varphi}_1 r_4 + I_2 \ddot{\varphi}_2 r_4 + I_3 \ddot{\varphi}_3 r_3 = M_1(t) r_4 - M_C(\omega_3) r_3 + T_3' r_3 r_4 - T_3 r_3 r_4 \quad (2.30)$$

Далі виключимо невідомі величини T_3 і T_3' . Із цією метою співвідношення (2.30) помножимо на r_5 , а четверте рівняння системи (2.28) на $r_3 r_4$ і в результаті додавання отримуємо:

$$I_1 r_4 r_5 \ddot{\varphi}_1 + I_2 r_4 r_5 \ddot{\varphi}_2 + I_3 r_3 r_5 \ddot{\varphi}_3 + I_4 r_3 r_4 \ddot{\varphi}_4 = M_1(t) r_4 r_5 - M_C(\omega_3) r_3 r_5, \quad (2.31)$$

тут $\omega_3 = \dot{\varphi}_3(t)$.

Для розглянутих змінних величин запишемо такі кінематичні залежності:

$$\varphi_1 = \frac{r_2}{r_1} \varphi_2, \quad \dot{\varphi}_1 = \frac{r_2}{r_1} \dot{\varphi}_2, \quad \ddot{\varphi}_1 = \frac{r_2}{r_1} \ddot{\varphi}_2.$$

$$\varphi_2 = \frac{r_4}{r_3} \varphi_3, \quad \dot{\varphi}_2 = \frac{r_4}{r_3} \dot{\varphi}_3, \quad \ddot{\varphi}_2 = \frac{r_4}{r_3} \ddot{\varphi}_3. \quad (2.32), (2.33), (2.34)$$

$$\varphi_3 = \frac{r_5}{r_4} \varphi_4, \quad \dot{\varphi}_3 = \frac{r_5}{r_4} \dot{\varphi}_4, \quad \ddot{\varphi}_3 = \frac{r_5}{r_4} \ddot{\varphi}_4.$$

Співвідношення (2.32-2.34) дають змогу отримати диференціальні рівняння, що описують рухи вузлів I_4 і I_3 .

Підставимо (2.34) у (2.33), у результаті чого знайдемо залежність кутового прискорення $\ddot{\varphi}_2$ від $\ddot{\varphi}_4$.

$$\ddot{\varphi}_2 = \frac{r_5}{r_3} \ddot{\varphi}_4. \quad (2.35)$$

Далі підставимо (2.33) у (2.32) і, виразивши $\ddot{\varphi}_1$ через $\ddot{\varphi}_4$, отримаємо:

$$\ddot{\varphi}_1 = \frac{r_2 r_5}{r_1 r_3} \ddot{\varphi}_4 \quad (2.36)$$

Підставимо (2.36), (2.35) і (2.34) у (2.31), отримуємо:

$$I_1 r_4 r_5 \frac{r_2 r_5}{r_1 r_3} \ddot{\varphi}_4 + I_2 r_4 r_5 \frac{r_5}{r_3} \ddot{\varphi}_4 + I_3 r_3 r_5 \frac{r_5}{r_4} \ddot{\varphi}_4 + I_4 r_3 r_4 \ddot{\varphi}_4 = M_1(t) r_4 r_5 - M_C r_3 r_5.$$

Перепишемо отримане диференціальне рівняння в такому вигляді:

$$\left(I_1 \frac{r_2 r_4 r_5^2}{r_1 r_3} + I_2 \frac{r_4 r_5^2}{r_3} + I_3 \frac{r_3 r_5^2}{r_4} + I_4 r_3 r_4 \right) \ddot{\varphi}_4 = M_1(t) r_4 r_5 - M_C r_3 r_5$$

Введемо такі позначення:

$$I_1 \frac{r_2^2 r_4^2}{r_1 r_3} + I_2 \frac{r_4^2}{r_3} + I_3 \frac{r_3^2}{r_4} + I_4 r_3 r_4 = A$$

$$r_4 r_5 = B$$

$$r_3 r_5 = D$$

З урахуванням цих позначень одержуємо диференціальне рівняння такого

виду:

$$A \cdot \ddot{\varphi}_4 = B \cdot M_1(t) - D \cdot M_C, \quad (2.37)$$

де A - приведений момент інерції системи до осі ланки 4.

Диференціальне рівняння (2.37) описує рух бітера-відбивача залежно від

характеру зміни рушійного моменту M_1 і моменту опору M_C під час зчисування, масових I_j і геометричних r_i параметрів системи, яку розглядають. Аналогічно отримаємо диференціальне рівняння, що описує рух ланки 3.

З цієї метою розглянемо рівняння (2.33) і виразимо згідно з (2.36), (2.35) і

(2.34) кутові прискорення $\ddot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_2, \ddot{\varphi}_4$ через $\ddot{\varphi}_3$.

$$\ddot{\varphi}_4 = \frac{r_4}{r_5} \ddot{\varphi}_3, \quad \ddot{\varphi}_2 = \frac{r_4}{r_3} \ddot{\varphi}_3, \quad \ddot{\varphi}_1 = \frac{r_2 r_4}{r_1 r_3} \ddot{\varphi}_3. \quad (2.38)$$

Підставляючи вирази (2.38) у (2.31) отримуємо:

$$I_1 \frac{r_4 r_5^2 r_2 r_4}{r_1 r_3} \ddot{\varphi}_3 + I_2 \frac{r_4 r_5 r_4}{r_3} \ddot{\varphi}_3 + I_3 r_3 r_5 \ddot{\varphi}_3 + I_4 \frac{r_3 r_4 r_4}{r_5} \ddot{\varphi}_3 = M_1(t) r_4 r_5 - M_C r_3 r_5,$$

або:

$$\left(I_1 \frac{r_2 r_4^2 r_5}{r_1 r_3} + I_2 \frac{r_4^2 r_5}{r_3} + I_3 r_3 r_5 + I_4 \frac{r_3 r_4^2}{r_5} \right) \ddot{\varphi}_3 = M_1(t) r_4 r_5 - M_C r_3 r_5. \quad (2.39)$$

Перетворимо (2.39), для чого введемо такі позначення:

$$I_1 \frac{r_2 r_4^2 r_5}{r_1 r_3} + I_2 \frac{r_4^2 r_5}{r_3} + I_3 r_3 r_5 + I_4 \frac{r_3 r_4^2}{r_5} = A_1,$$

$$r_4 r_5 = B,$$

$$r_3 r_5 = D,$$

тоді рівняння (2.39) набуде такого вигляду:

$$A_1 \ddot{\varphi}_3 = B M_1(t) - D M_C. \quad (2.40)$$

де A_1 - приведений момент інерції системи до осі ланки 3.

Диференціальне рівняння (2.40) описує рух ланки 3 залежно від рушійного моменту $M_1(t)$, моменту опору M_C і всіх масових, а також геометричних параметрів розглянутої системи.

Інтегрування рівнянь (2.40) і (2.37) залежить від функціональної залежності M_C . Перш ніж інтегрувати ці рівняння за заданої функціональної залежності M_C , подамо їх у такій формі:

$$\begin{cases} \ddot{\varphi}_4 + EM_C = KM_1(t), \\ \ddot{\varphi}_3 + E_1M_C = K_1M_1(t) \end{cases} \quad (2.41)$$

де $E = \frac{D}{A}$, $K = \frac{B}{A}$, $E_1 = \frac{D}{A_1}$, $K_1 = \frac{B}{A_1}$.

Надалі приймемо, що момент опору пропорційний першому ступеню кутової швидкості обертання ланки 3, тобто:

$$M_C = k\omega_3 = k\dot{\varphi}_3 \quad (2.42)$$

Величина k залежить від багатьох фізичних і геометричних чинників.

Підставимо (2.42) у друге рівняння системи (2.41). У результаті підстановки отримуємо таке диференціальне рівняння, що описує рух барабана для вичісування,

$$\ddot{\varphi}_3 + E_1k\dot{\varphi}_3 = K_1M_1(t)$$

де $\dot{\varphi}_3 = \omega_3 = \frac{d\varphi_3}{dt}$.

Позначимо $E_1k = 2n$, тоді матимемо:

$$\ddot{\varphi}_3 + 2n\dot{\varphi}_3 = K_1M_1(t) \quad (2.43)$$

де n - коефіцієнт загасання.

Отримане диференціальне рівняння (2.43) другого порядку є лінійним, неоднорідним із постійними коефіцієнтами щодо кута повороту ланки 3.

Розв'язок рівняння (2.43) складається із суми двох розв'язків:

$$\varphi_3 = \bar{\varphi}_3 + \varphi_3^* \quad (2.44)$$

Однак нас цікавить кутова швидкість вузла ω_3

Для визначення кутової швидкості вичісувального барабана диференціальне рівняння (2.43) подамо у вигляді рівняння першого порядку щодо ω_3 :

$$\frac{d\omega_3}{dt} + 2n\omega_3 = K_1 M_1(t) \quad (2.45)$$

Загальний розв'язок (2.25) згідно з [27] подається у формі:

$$\omega_3 = e^{-\int 2n \cdot dt} \left[\int K_1 M_1(t) e^{2n \cdot dt} dt + C \right], \quad (2.46)$$

де C - постійна інтегрування, яка визначається з початкової умови.

Якщо n і K_1 - постійні величини, тоді формула (2.46) набуває вигляду:

$$\omega_3 = e^{-2nt} \left[K_1 \int M_1(t) e^{2nt} dt + C \right], \quad (2.47)$$

При сталому режимі роботи приводу $M_1 = const$, тоді

$$\omega_3 = e^{-2nt} \left[K_1 M_1 \int e^{2nt} dt + C \right], \quad (2.48)$$

або інтегруючи, отримуємо:

$$\omega_3 = e^{-2nt} \left[\frac{1}{2n} K_1 M_1 e^{2nt} + C \right]$$

При $t = 0$, $\omega_3 = 0$ тоді

$$0 = 1 \cdot \left[\frac{1}{2n} K_1 M_1 \cdot 1 + C \right], \text{ звідки}$$

$$C = -\frac{1}{2n} K_1 M_1.$$

Для перехідного режиму отримуємо:

$$\omega_3 = \frac{1}{2n} K_1 M_1 - \frac{1}{2n} K_1 M_1 e^{-2nt}$$

Приймаючи цілком обґрунтовану умову рівномірного руху комбайна $t \rightarrow \infty$,

відповідно $e^{-2nt} \rightarrow 0$. остаточно для ω_3 матимемо вираз

$$\omega_3 = \frac{1}{2n} K_1 M_1, \quad (2.49)$$

Зробимо зворотню заміну раніше прийнятих позначень

$$2n = \frac{E \cdot k}{\omega_3}, k = \frac{M \cdot \epsilon}{E_1} = \frac{D}{A_1}, K_1 = \frac{B}{A_1}$$

$$D = r_3 r_5, B = r_4 r_5$$

Рухийний момент під час сталого режиму приймаємо таким, що дорівнює

$$M_1 = \frac{W_p}{\omega}$$

де W_p - потужність, необхідна на привід вичісувального барабана для подолання сил опору під час вичісування рослини на корені.

Після перетворень, для визначення потужності під час вичісування

матимемо

$$W_p = M_c \cdot \omega \cdot r_3 / r_4, (2.50)$$

Момент опору під час вичісування визначимо з урахуванням фізико-механічних властивостей рослин і стеблостою загалом.

$$M_c = Q_{oc} \cdot r_{oc}, (2.51)$$

де Q_{oc} - зусилля під час вичісування, Н;
 r_{oc} - радіус вичісувального барабана, м.

Зусилля під час вичісування визначимо з виразу

$$Q_{oc} = Q_{oc1} \cdot K, (2.52)$$

де Q_{oc1} - зусилля, необхідне для вичісування одного суцвіття, Н;
 K - число рослин, які одночасно вичішуються однією гребінкою, шт.

$$K = \Phi_{oc} \cdot H, (2.53)$$

де Φ_{oc} - площа вичісування однією гребінкою, m^2 ;

H - густина стеблостою, $шт/m^2$.

$$\Phi_{oc} = l \cdot B_p, (2.54)$$

де l - довжина зуба гребінки, що вичісує, м;

B_p - ширина захвату вичісувального пристрою, м.

У результаті підстановки (2.51-2.54) у (2.50) отримаємо вираз для розрахунку потужності, необхідної на привід вичісувального барабана під час вичісування рослин.

$$W_p = Q_{оч1} \cdot l \cdot B_p \cdot H \cdot r_{oo} \cdot \omega \cdot r_3 / r_4$$

З урахуванням початкової швидкості V_b згідно з розділом 2.3 можна записати

Але загальна потужність на привід вичісувального барабана

складатиметься із суми [54].

$$W_{об} = W_p + W_x, (2.56)$$

де W_x - потужність, необхідна на привід холостого ходу барабана, визначається [54]:

$$W_x = a\omega + b\omega^3, (2.57)$$

де a - коефіцієнт, що враховує масу барабана,

b - коефіцієнт, що враховує вентиляторну здатність барабана,

ω - кутова швидкість барабана, що вичісує.

Коефіцієнти a і b визначаються експериментально.

Під час роботи вичісувального пристрою функції бігера-відбивача полягають у відбитті вичесаної купи та спрямуванні її в збірник. Енерговитрати при цьому незначні й ними можна знехтувати. Тому потужність приводу бігера-відбивача визначається відповідно до рівняння [54] (2.57) з урахуванням сил опору тертя в підшипниках і повітряного потоку.

Розрахунок потужності на привід барабана, що обчісує, і бігера-відбивача можна зробити тільки за конкретних умов: параметрах стеблостою і рослин, геометричних і кінематичних параметрах робочих органів, які визначаються під час вивчення фізико-механічних властивостей рослин і проведення лабораторних досліджень.

РОЗДІЛ 3.

ПОЛЬОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ОБЧІСУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ

3.1. Будова польової експериментальної установки для обмолоту рослин на корені

Експериментальний очесувальний пристрій навішували на серійний зернозбиральний комбайн СК-5 "Нива" (рис. 4.1).

Пристрій польової експериментальної установки показано на рисунках 4.2-4.4. Вона складалася з очісувального пристрою 1, похилої камери 2, ріжучого апарата роторного типу 3 і молотарки 4 комбайна СК-5 "Нива".



Рис. 4.1. Комбайн СК-5 "Нива" з експериментальним пристроєм для обчисування (вигляд спереду)



Рис. 4.2 Комбайн СК-5 "Нива" з експериментальним пристроєм для обчисування (вигляд збоку)

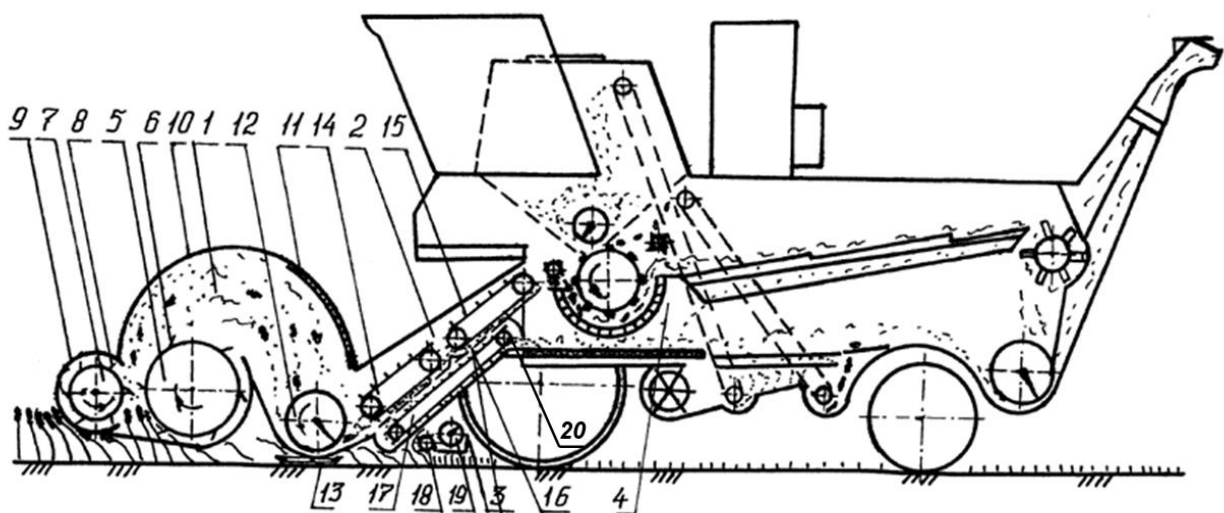


Рис. 4.3. Технологічна схема комбайна СК-5 "Нива" з жаткою-очісувачем.

- 1 - обчисувальний пристрій; 2 - похила камера; 3 - ріжучий апарат; 4 - молотарка комбайна; 5 - обчисувальний барабан; 6, 8 - гребінки; 7 - бітер-відбивач; 9 - передній кожух; 10 - верхній кожух; 11 - сітка; 12, 19 - шнеки; 13 - копіювальні башмаки; 14, 15, 17 - транспортери похилої камери; 16 - решето; 18 - ротор; 20 - перехідник

Очісувальний пристрій складався з очісувального барабана 5 з гребінками 6, бітера-відбивача 7 з гребінками 8, кожуха бітера-відбивача 9, верхнього кожуха 10 із сіткою 11, шнека 12 і копійчальних черевиків 13.

Усі вищевказані елементи конструкції пристрою кріпилися до рами, що являє собою зварену конструкцію.

Похила камера 2, що сепарує, складалася з двох похилих ланцюжково-планчастих транспортерів 14 і 15, прутково-планчастого сепаратора 16 і зернового транспортера 17. Похила камера жорстко з'єднувалася з пристроєм для вичісування.

До похилої камери й пристрою для обчісування за допомогою сполучних ланок кріпився ріжуний апарат 3. Він складався з роторного барабана 18 і шнека 19.

Привід жатки-очісувача здійснювався від контрприводу жниварки через ланцюгові та ремінні передачі. Для зміни крутного моменту і напрямку обертання очісувального барабана застосовувався редуктор.



Рис. 4.4. Вид знятого бітера-відбивача вичісувального барабана

Технологічний процес експериментального комбайна (див. рис. 4.3) відбувався так. Під час руху комбайна вичісувальний пристрій 1 впливав на рослини гребінками 6 вичісувального барабана 5, обмолочуючи колосся за рахунок удару і прочісування. Обчесаний оберемок, отриманий у результаті впливу гребінок, прямував на відбивну поверхню верхнього кожуха 10 і частково

на бітер-відбивач, який своїми гребінками 8 також подавав оберемок на відбивну поверхню верхнього кожуха. Увесь обчесаний ворох надходив до звужувального шнека 12, який спрямовував його в похилу камеру. Під час роботи вичісувального пристрою барабан 5 і бітер-відбивач 7 створюють потужний

всмоктувальний повітряний потік, що сприяє втягуванню рослин у зону вичісування і транспортуванню продуктів обмолоту до шнека 12. Для виходу повітряного потоку з камери вичісування передбачена сітка 11.

Після вичісувального пристрою, отриманий ворох направляється в сіткопаруючу похилу камеру і приймається нижнім плаваючим транс-портером 14. Нижній транспортер передає масу до верхнього транспортера 15, який спрямовує ворох у молотарку комбайна. Днище похилої камери являє собою прутково-планчасте решето 16, через яке просипається вимолочене зерно і дрібний ворох. Під сепаратором встановлено зерновий транспортер 17, який

спрямовує відсепарований ворох через спеціальний перехідник 20 на транспортну дошку комбайна, минаючи молотильний апарат, що дає змогу різко скоротити дроблення зерна.

Подальший технологічний процес відбувався як і в серійному зернозбиральному комбайні.

Під час роботи комбайна різальний апарат 18 зрізав обчесані стебла і направляв їх до шнека 19. Звужувальний шнек транспортував масу до центру і викидав солому через вивантажувальне вікно, формуючи при цьому валок.

Експериментальний збиральний комбайн у роботі показано на (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Комбайн СК-5 "Нива" з експериментальним обчисувальним пристроєм

у роботі

3.2. Проведення агротехнічної оцінки обчисувального пристрою

Полеві дослідження експериментальної установки з метою визначення якості роботи проводилися на спеціально підбраній ділянці хлібостою, яка за розміром забезпечувала передбачену програму. Під час досліджень витримувалися оптимальні агротехнічні строки, після настання 100% стиглості протягом 7 днів. Час проведення дослідів суворо витримувався з 1000 до 1600 годин. Згідно з [29] визначали кількість повторностей дослідів для отримання надійності 0,95 за 5% помилки досліду.

Під час агротехнічної оцінки визначалися:

а) за характеристикою культури на корені: кількість рослин на 1 м²; довжина рослин, см; полеглисть, %; забур'яненість за масою над висотою зрізу 10 см, %; вологість зерна, %; вологість соломи, %; урожайність зерна, ц/га; маса 1000 зерен, г; відношення маси зерна до маси соломи;

б) за якістю роботи винісувального пристрою і молотарки комбайна: кут нахилу площини осей барабанів винісувального пристрою до горизонту, α град;

глибина вичісування, см; частота обертання вичісувального барабана та бітера-відбивача, хв^{-1} ; частота обертання білого барабана, хв^{-1} ; зазори між декою та молотильним барабаном на вході й на виході, мм; величина відкриття жалюзі ґрат очищення, град.; частота обертання вентилятора, хв^{-1} ; регулювання подовжувача; швидкість агрегату, м/с; середня ширина захвату, м; втрати зерна за пристроєм, що вичісує, осипом і неочісуванням, %; маса бункерного зерна, кг; маса соломи зі сталевою, кг; фактична подача зерносолонистої маси в молотарку комбайна, кг/с; втрати зерна молотаркою, %; чистота, дроблення й обрушування зерна в бункері, %; фракційний склад вичесаного вороху, %;

Дослідне поле обкошували таким чином, щоб ширина прокосу була 10...15 м, а довжина гону не менше 30 м.

Виконували необхідні регулювання робочих органів агрегату. Частоту обертання барабанів пристрою для вичісування встановлювали в межах 450...500 хв^{-1} , глибину вичісування - різницю між середньою висотою рослин і висотою відносно ґрунту кінців гребінок для вичісування, що перебувають у нижньому положенні, 40..50 см. Кут нахилу площини і площини осей барабанів-пристрою для вичісування до горизонту виставлявся нівеліром у межах 15-20 або визначався за формулою

$$\alpha = \arcsin \frac{H-h}{L_M} \quad (3.1)$$

де H - висота центру вала бітера-відбивача відносно поверхні поля, см;

h - висота центру вала очесувального барабана відносно поверхні ґрунту, см;

L_M - міжцентрова відстань бітера та вичісувального барабана, см.

Подрібнювач комбайна ПУН-5 налаштували таким чином, щоб солома уклалися у валок, при цьому на виході шнека подрібнювача кріпилася рамка для підвішування пробовідбірника соломи і полови.

Щоб унеможливити втрати зерна в щілині комбайна під ножилою камерою і молотаркою натягувався брезент.

Дослідження починалися з проведення тарування поступальної швидкості

комбайна. Для цього на рівній ділянці поля відміряли 30 м. На початку та наприкінці гону встановлювалися вішки. Комбайн починав рухатися за 3...4 м до першої вішки, при цьому молотарка вмикалася і працювала в холосту на максимальних режимах. Час проходження контрольної ділянки фіксувався секундоміром. Усі проходи здійснювалися за одного й того самого положення важеля акселератора. Швидкість, що відповідає досліджуваній передачі і положенню важеля ходового варіатора, знаходиться як середня арифметична результатів трьох повторностей.

Таким чином, визначалися передачі та положення ходового варіатора, які відповідають швидкостям 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 м/с.

Перед проведенням досліду від комбайна від'єднували різальний апарат. У бункері встановлювався збірник зерна. До виходу щічка подрібнювача підвішували пробовідбірник. Для визначення втрат зерна осипом по всій довжині гону на рівній відстані одна від одної укладали 10 рамок із дроту розміром 12 x 85 см із підшитим знизу брезентом загальною площею 1 м². На всьому протязі облікової ділянки, відступивши 1 м від неочесаного хлібостого, встановлювали шість вішалок для визначення середньої ширини захоплення пристроєм для вичісування.

Перед обліковим проходом комбайн зупиняли за 3...4 м до початку ділянки, вмикали молотарку і жниварку-очісувач, встановлювали потрібну передачу і положення ходового варіатора. Час проходження ділянки заміряли секундоміром. Наприкінці гону комбайн зупинявся і продовжував працювати протягом 30 сек. Після чого зважували бункерне зерно і полову з соломом. Із зерна бралася проба на дроблення.

Середня ширина захвату облісувального пристроєм визначалася за формулою

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n (l_{B_i} - 1)}{n}, \quad (3,2)$$

де l_{B_i} - відстань від вішки до неочесаного хлібостого, м

n - кількість вішок, шт.

Зерно з рамок висипалося в мішечок з етикеткою номера дослідів і зважувалося з точністю 0,01 г.

Для визначення втрат зерна неочесом на пройденій ділянці накладали рамку завдовжки 3 м і завширшки, що дорівнює ширині пристрою для вичісування, в яких на корені збирали всі нерозчесані волоті та укладали їх у мішечок з етикеткою номера дослідів, у лабораторії волоті обмотували, а зерно зважували з точністю до 0,01 г.

Агрооцінку проводили на поступальних швидкостях комбайна 1,0; 1,5; 2,0;

2,5 м/с.

Усі результати дослідів заносили в журнал випробувань.

За отриманими вихідними даними: L - довжина облікової ділянки, м; t - час проходження облікової ділянки, с; B_{cp} - ширина захвату пристрою для вичісування, м; $M_{c.n}$ - маса соломи та полови, кг; $M_{z.b}$ - маса зерна в бункері, кг; B_{zz} - чистота зерна в бункері, %; G_m - втрати зерна молотаркою (у соломі та полові), г; G_n - втрати зерна неозчісуванням, г; G_{oc} - втрати зерна очесом, г; G_{ob} - загальні втрати зерна, г; $M_{нав}$ - маса зерна в наважуванні, взятому з бункера, г; $d_{b.z}$ - маса подрібнених і обрушених зерен у навішуванні, взятому з бункера, г;

визначалися такі показники:

Урожайність, ц/га

$$y = \frac{100M_{z.b} B_{zz} + 0,1G_{ob}}{B_{cp}L}, \quad (3.3)$$

Фактична подача, кг/с

$$Q_{tm} = \frac{M_{c.n} + M_{k.z}}{t}, \quad (3.4)$$

Загальні втрати зерна за комбайном, г

$$g_{ob} = g_m + g_n + g_{oc}, \quad (3.5)$$

Втрати зерна за молотаркою комбайна, %

$$\Delta g_m = \frac{g_m}{1000 M_{з.б} \cdot B_з + g_{об}} \cdot 100\% \quad (3.6)$$

Втрати зерна неочісом, %

$$\Delta g_n = \frac{g_n}{1000 M_{з.б} \cdot B_з + g_{об}} \cdot 100\% \quad (3.7)$$

Втрати зерна осипом, %

$$\Delta g_{oc} = \frac{g_{oc}}{1000 M_{з.б} \cdot B_з + g_{об}} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

Втрати за пристроєм для обчисування, %

$$\Delta g_o = \Delta g_n + \Delta g_{oc} \quad (3.9)$$

Подрібненого та обрушеного зерна в бункері комбайна, %

$$\Delta d_{б.з.} = \frac{d_{б.з.}}{M_{нав}} \cdot 100\% \quad (3.10)$$

Для визначення фракційного складу вичесаного вороху від'єднували привід на шнек вичісувального пристрою, а в похилій камері привід на перший скребок транспорт. Над шнеком по всій його довжині якомога щільніше до задньої стінки жниварки підвішувався брезент.

Комбайн із працюючим вичісувальним пристроєм проходив 10-30 м (до повного заповнення надшнекового простору). Після чого брезент з обчесаною купою збирався, зважувався і вручну сепарувався через решето. Виділене вільне зерно також зважували, а солом'янистий оберемок, що залишився, з волотями пропускали через молотарку. Отримане зерно зважували.

Фракційний склад (вільне зерно, зерно в колоссях і соломиста частина) визначали за трьома повторностями. Вміст фракцій у вичесаному воросі визначали за відомими формулами.

3.3 Порівняльні дослідження вичісувального пристрою з різними

діаметрами бігера-відбивача

На підставі теоретичних і лабораторних досліджень як експериментальний бігер-відбивач для польових досліджень було прийнято бігер-відбивач із

діаметром 400 мм. Для порівняння його роботи за втратами і складом оберемка було прийнято бітера-відбивач із діаметром 700 мм, запропонований науковими співробітниками МІМШХ [34, 35, 37, 123].

Дослідження проводилися на збиранні пшениці сорт "Безоста-1" з урожайністю 20-30 ц/га, середньою довжиною рослин 62 см; густотою стебло-стою до 380 шт/м²; забур'яненістю культури за масою над висотою зрізу 10 см - 5 %; вологістю зерна 10-12 %; вологістю соломки 11-13 %; відношенням маси зерна до маси соломки 1:1,4; полеглистю - 12 %; масою 1000 зерен - 40 г.

Для проведення досліджень експериментальний комбайн було налаштовано на такий режим роботи: глибина вичісування - 40-50 см; частота обертання вичісувального барабана - 450 хв⁻¹, частота обертання бітера-відбивача $d = 700$ мм - 450 хв⁻¹, $d = 400$ мм - 785 хв⁻¹; кут нахилу $\alpha = 15^\circ$; частота обертання молотильного барабана комбайна - 1100 хв⁻¹; зазор між декою і барабаном на вході 20 мм, на виході 6 мм; величина відкриття жалюзі решіт очищення верхнього 100%, нижнього 30-50%; частота обертання вентилятора 670 хв⁻¹; швидкість комбайна змінювалася від 0,8 м/с до 2,8 м/с.

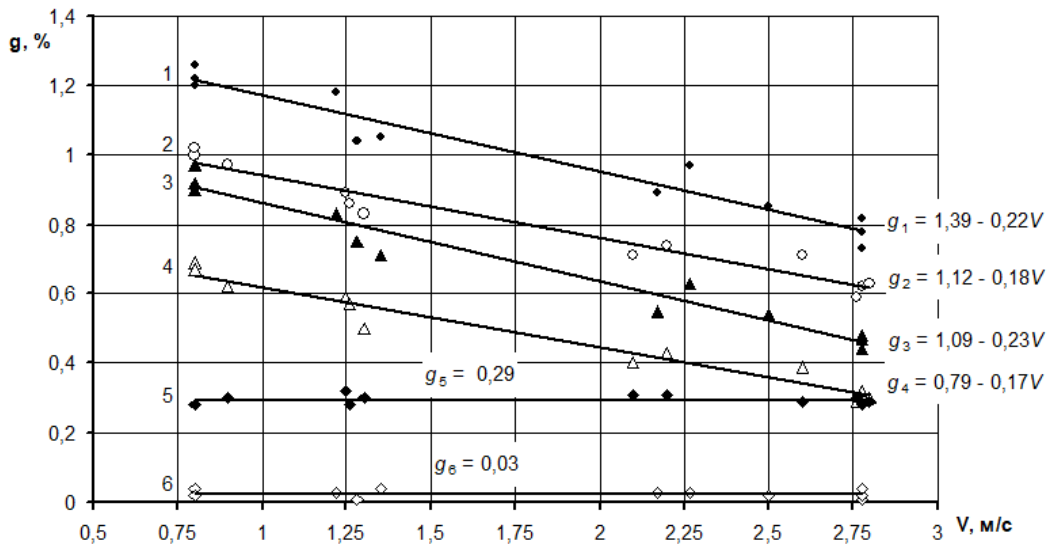
Результати дослідів подано в таблицях (Додаток Д, табл. Д.1, Д.2) і на рисунках 4,6-4,9, в яких дано основні залежності якісних показників роботи від швидкості руху та відповідно від фактичної подачі хлібної маси за діаметрів бітера-відбивача 700 і 400 мм.

Графіки залежності втрат зерна від швидкості руху подано на рис. 3.6. Аналіз роботи обчисувального пристрою дає змогу пояснити характер зміни втрат залежно від швидкості руху агрегату. Постійними, приблизно рівними залишаються, незалежно від швидкості руху і від розмірів бітера-відбивача, втрати неочісуванням і втрати за молотаркою. Втрати неочесом незначні і, як правило, це низькорослі та недозрілі рослини. При зміні швидкості від 0,8 м/с до 2,8 м/с втрати неочесом змінюються від 0,01 % до 0,05 %.

Відсоток втрат за молотаркою комбайна перебував на рівні 0,25-0,32 % і від швидкості комбайна не залежав, тому що фактична подача перебувала в межах 0,8-4,5 кг/с, що нижче за пропускну здатність комбайна СК-5 "Нива".

НУ

НУ



1

1

Рис. 3.6 Залежність втрат зерна від швидкості руху комбайна:

1 - загальні втрати за комбайном (Дб.о.=700 мм); 2 - загальні втрати за комбайном (Дб.о.=400 мм); 3 - втрати осипом (Дб.о.=700 мм); 4 - втрати осипом (Дб.о.=400 мм); 5 - втрати за молотаркою за Дб.о.=700 мм та Дб.о.=400 мм; 6 - втрати неозчісуванням за Дб.о.=700 мм та Дб.о.=400 мм.

Зниження загальних втрат зерна до 0,59% пояснюється зниженням втрат осипом за пристроєм для вичісування до 0,29% за Дб.о.= 400 мм і швидкості 2,8 м/с.

Як показують графіки залежностей, втрати осипом знижуються зі збільшенням швидкості агрегату, оскільки умови для обмолоту поліпшуються. Відбувається скорочення часу знаходження рослин у зоні вичісування, що сприяє обмолоту наступних рослин і створюється рівномірний потік продуктів обмолоту, не відбувається непрямих ударів по необмолоченим колоссям, які спричиняють осипання зерен. У результаті проведення досліджень зі зміни втрат осипом залежно від діаметра бітера-відбивача встановлено, що зі зменшенням діаметра втрати зменшуються. Зниження втрат осипом при зменшенні діаметра бітера-відбивача підтверджують теоретичні передумови, зроблені в пункті 2.2.

Важливим показником якості роботи зернозбирального комбайна є дроблення бункерного зерна. У польових умовах проведено вивчення впливу фактичної подачі обчесаного вороху на відсоток дроблення бункерного зерна. За

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

експериментальними даними (Додатки Д, табл. Д.1, Д.2) побудовано графік (рис. 3.7).

Із графіка випливає, що зі збільшенням подачі від 0,85 кг/с до 2,49 кг/с подрібнення бункерного зерна знижується від 1,36% до 0,67%.

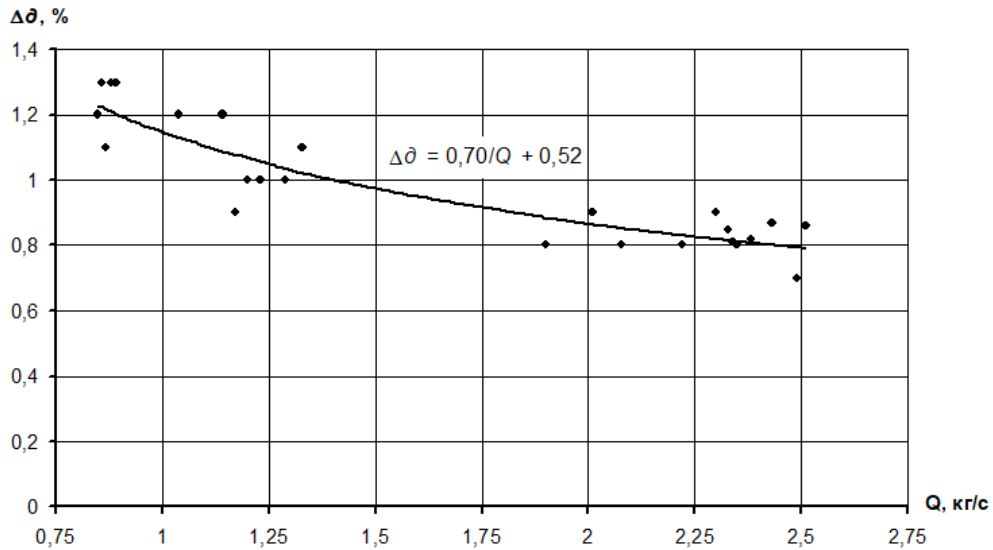


Рис. 3.7. Залежність дроблення бункерного зерна від фактичної подачі

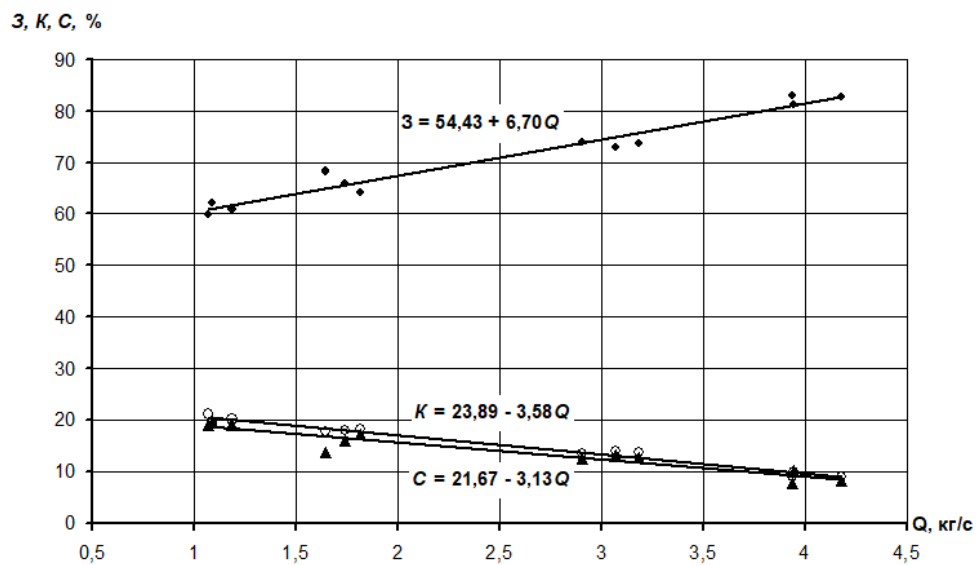


Рис. 3.8. Залежність якісних показників роботи вичісувального пристрою від

подачі:

Z - вміст вільного зерна; K - вміст зерна в колосі; C - вміст соломи в очесаному

воросі

Зменшення дроблення зерна зі збільшенням подачі пояснюється тим, що більша частина зерна обмолочена і виділяється на початку деки молотарки комбайна.

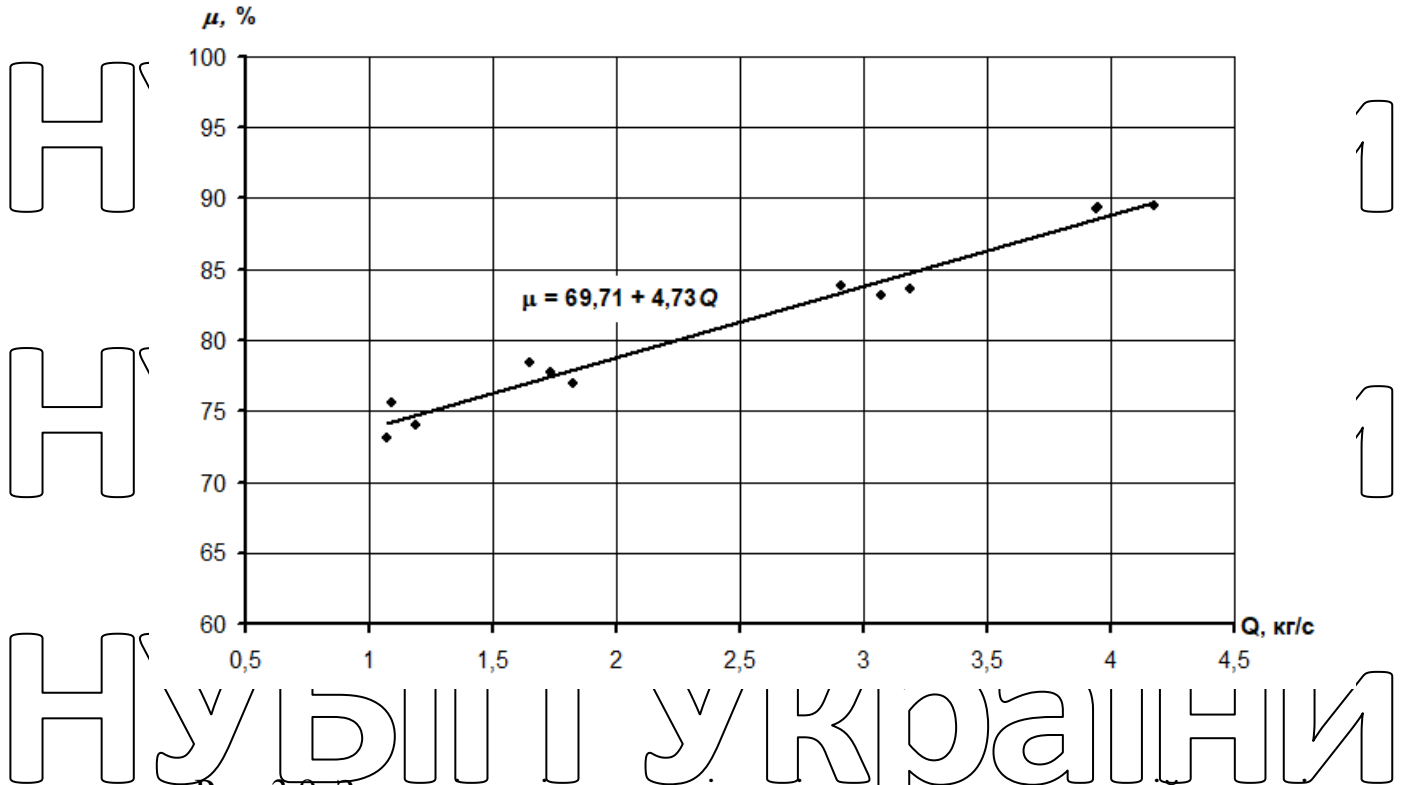


Рис. 3.9. Залежність відсотка вмісту вільного зерна в зерновій частині вичесаного вороху від фактичної подачі

Склад обчесаного вороху, як показали лабораторні дослідження (рис. 3.8), не змінювався за зміни діаметра бітера-відбивача, але залежав від швидкості руху (відповідно подачі).

Для встановлення вищевказаних залежностей було проведено 4 досліди в трьох повторностях кожен. Змінювалася швидкість руху комбайна, а відповідно змінювалася фактична подача.

Зі збільшенням подачі від 1,0 до 4,5 кг/с, значно збільшувалася кількість вільного зерна від 59,7% до 83%, при цьому вміст зерна в колосі знижувався від 21,2% до 8,9%. Збільшення швидкості експериментального комбайна веде до зменшення вмісту незернової частини вороху від 19,5% до 8%.

Збільшення вмісту вільного зерна та зменшення незернової частини

пояснюється тим, що зі збільшенням швидкості руху кількість прочісувань кожної рослини зменшується, тобто чиниться менший вплив на стебла вже обмолочених рослин.

Одним із важливих показників роботи обчісувального пристрою як молотильного апарата є відсоток вмісту вільного зерна в зерновій частині вичесаної купи 3, що залежить від умісту в вичісувальній купі вільного зерна (обмолоченого), зерна в колоссях (віничках для рису) з обов'язковим урахуванням втрат осипом.

У результаті проведених досліджень встановлено залежність вмісту вільного зерна в зерновій частині обчесаної купи μ від подачі відповідно і від швидкості комбайна (рис. 3.9). Зі збільшенням швидкості руху комбайна від 0,8 м/с до 2,83 м/с, а відповідно подачі - 1,0-4,5 кг/с відсоток умісту вільного зерна в зерновій частині вороху зростає від 73% до 89,4% за загальних втрат за комбайном до 1,5%. Як показали дослідження, у разі зміни діаметра бітера-відбивача відсоток вмісту вільного зерна в зерновій частині вичесаної купи залишається постійним, у цій роботі його наводять як якісну характеристику вичісувального пристрою. Загалом цей показник не тільки характеризує роботу вичісувального пристрою як молотарки, а й визначає в сукупності з показниками складу вороху вихідні дані для конструювання пристроїв із сепарації та домолоту вичесаного вороху.

Обробка проб вільного зерна з обчесаного вороху показала, що дроблення зерна відсутнє. Це свідчить про велику перевагу цього пристрою і взагалі способу обмолоту рослин на корені над іншими молотильними пристроями. Мале травмування зерна дасть змогу застосовувати обчісувальні пристрої на насінневих ділянках і дасть змогу одержувати більше і високої якості насіннєвого матеріалу.

3.4 Результати роботи комбайна з експериментальним обчісувальним пристроєм на збиранні рису

Дослідження проводилися на збиранні рису сорту "Спальчик" з урожайністю 41,3 ц/га, середньою довжиною рослин 68 см, густотою стеблестого

рису - 229 шт/м²; забур'яненістю культури за масою над висотою зрізу 10 см - 33,7%, вологістю зерна 22...28%, вологістю соломи 60...80%, відношенням маси зерна до маси соломи 1:1,65, полеглистю 10...25% і масою 1000 зерен - 33 г.

Перед дослідженням експериментальний агрегат було налаштовано на такий режим роботи: глибина вичісування - 40...50 см; частота обертання барабана, що вичісує, - 452 хв⁻¹, бітера-відбивача - 875 хв⁻¹; кут нахилу площини площин осей барабанів пристрою, що вичісує, до горизонту - 16 град. швидкість скребоків першого транспортера похилої камери 2 м/с, другого - 3 м/с; частота обертання більного барабана - 1100 хв⁻¹; зазори між декою і молотильним барабаном на вході 20 мм і на виході 6 мм; величина відкриття жалюзі решіт очищення - максимальна; частота обертання вентилятора - 650 хв⁻¹; подовжувач був у найвищому положенні, а його жалюзі повністю відкриті, швидкість комбайна змінювалася від 0,7 до 2,7 м/с.

Втрати за очесувальним пристроєм у всіх дослідках перебували в межах 0,49...1,82%, зокрема осипом 0,47...1,8% і неочесом 0,02...0,06%. Втрати за мологаркою не перевищували 1,18% (табл. 4.1).

При цьому фракційний склад обчесаного вороху характеризувався за показниками:

- вільного зерна - 25 %;
- зерна в обірваних волотях - 28,4 %;
- соломистої маси - 46,6 %;

Підвищений склад соломи та обірваних волоті пояснюється недостатньою обтічністю зубів гребінок, що потребує конструктивних доопрацювань.

Дроблення та обрушування зерна в бункері при надходженні в комбайн зерна, виділеного в похилій камері, зі збільшенням подачі з 1,7 до 5,7 кг/с незначно зменшувалося і перебувало в інтервалі 2,1...4,2%.

Таблиця 4.1

Якісні показники роботи очисувального пристрою та молотарки комбайна СК-5 "Нива"

Показники	Значення показників												
Номер досліду	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Швидкість, м/с	0,6	0,8	0,7	0,9	1,9	1,7	1,5	1,7	1,9	1,8	1,5	1,6	2,3
Подача фактинна, кг/с	1,7	2,3	1,9	2,7	5,3	5,7	3,0	4,3	4,3	4,1	5,0	3,7	5,5
Втрати зерна за обчисуючи пристроєм, кг/га	–	17	25	18	76	25	16	16	20	26	21	–	15
В %	–	–	0,53	0,62	0,74	1,82	0,85	0,64	1,05	0,83	0,52	1,33	0,53
в т. ч. осипом, %	–	–	0,5	0,6	0,7	1,8	0,8	0,6	1,0	0,8	0,5	1,3	0,5
неочіс, %	0,05	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,05	0,04	0,05	0,03	0,02	0,03	0,03
Втрати за молотаркою, %	0,93	0,90	0,93	0,96	1,01	0,93	1,07	1,08	1,16	0,91	0,93	0,92	0,92
Загаюльні втрати за комбайном, %	–	–	1,46	1,58	1,75	2,75	1,92	1,72	2,21	1,74	1,45	2,25	1,45
Дріблення зерна, %	3,7	4,2	2,7	2,6	2,1	3,3	4,0	2,7	3,2	3,6	3,2	3,7	3,0
Врожайність, ц/га	21,1	34,1	34,8	40,7	25,5	39,6	19,0	24,6	19,8	32,1	43,1	27,3	31,4
Засміченість зерна в бункері, %	7,5	4,3	5,5	7,4	12,1	5,7	17,7	17,9	24,0	3,1	4,4	4,3	3,8

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ОБЧІСУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ

4.1 Оцінка економічної ефективності застосування зернозбирального комбайна з пристроєм для обчислення

Розрахунок економічної ефективності проводили за типовими методиками [24, 67, 68] у цінах 1998 року відповідно до OST "Випробування сільськогосподарської техніки. Методи економічної оцінки" [75] "Основні положення методики визначення економічної ефективності нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій у тракторному і сільськогосподарському машинобудуванні" (Москва, 1987), на основі матеріалів, отриманих під час порівняльних випробувань [53, 82], результатів лабораторно-польових досліджень, нормативних довідкових даних. За базову модель було прийнято комбайн СК-5 "Нива", що працює на прямому комбайнуванні пшениці.

Продуктивність зернозбиральної машини в га за годину експлуатаційного часу визначається за формулою:

$$W = \frac{36 \cdot Q_{\phi} \cdot K_E}{y \cdot (1 + \lambda_{\phi})} \quad (4,1)$$

де Q_{ϕ} - фактична подача хлібної маси в комбайн, кг/с;

y - урожайність пшениці, ц/га;

λ_{ϕ} - відношення маси соломи до маси зерна;

K_E - коефіцієнт використання експлуатаційного часу роботи комбайна.

Зв'язок між фактичною та приведеною подачею виражається такою залежністю:

$$Q_{\phi} = 0,6 \left(1 + \frac{1}{\lambda_{\phi}} \right) \times Q_{np} \quad (4,2)$$

Вихідні дані для розрахунків наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показатели	Комбайн СК-5 «Нива»	
	серійною жаткою	обчисувальним пристроєм
1. Ціна комбайна, грн.	122500	–
2. Загальна вага, кг.	8160	7960
3. Фактична подача хлібної маси в комбайн, кг/с.	3,6	5,5
4. Урожайність зерна на ділянці випробувань, ц/га	38,2	38,2
5. Відношення маси соломи до маси зерна	1,2	1,2
6. Коефіцієнт використання експлуатаційного часу	0,7	0,7
7. Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1
8. Годинна ставка комбайнера, грн.	19,253	19,253
9. Відрахування на реновацію, %	11,1	11,1
10. Річне завантаження машини, ч.	200	200
11. Відрахування на ремонт і технічне обслуговування, %	6,6	6,6
12. Витрата пального, кг/год.	12,6	10,1
13. Комплексна ціна 1 кг пального, грн.	0,65	0,65

Продовження табл. 1

14. Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень	0,15	0,15
--	------	------

15. Зональне завантаження комбайна, га	180	180
16. Дроблення зерна, взятого з бункера, %	3,5	1,0

Продуктивність за годину експлуатаційного часу базової та нової машини відповідно дорівнюють:

$$W_B = \frac{36 \times 3,6 \times 0,7}{38,2 \times (1 + 1,2)} = 1,08 \text{ га/год}$$

$$W_H = \frac{36 \times 5,5 \times 0,7}{38,2 \times (1 + 1,2)} = 1,65 \text{ га/год}$$

Витрати праці визначають за формулою:

$$Z = \frac{K}{W}, (4,3)$$

де K - кількість обслуговуючого персоналу.

Витрати праці за базової та нової технології становлять:

$$Z_B = \frac{1}{1,08} = 0,93 \text{ чол. год/га}$$

$$Z_H = \frac{1}{1,65} = 0,61 \text{ чол. год/га}$$

Прямі експлуатаційні витрати на використання машини визначаються за формулою:

$$M = Z_n + A + P + \Gamma, (4,4)$$

де Z_n - заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн/га;

A - амортизаційні відрахування, грн/га;

P - витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн/га;

Γ - витрати на горючі та мастильні матеріали, грн/га.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу знаходиться за формулою:

$$Z_n = \frac{K \times C_p}{W}, (4,5)$$

де C_p - годинна ставка комбайнера.

Амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

$A = \frac{C_b \cdot a}{100 \cdot W \cdot T} \quad (4,6)$

де a - коефіцієнт відрахування на реновацію;

T - річне навантаження в годинах;

C_b - балансова вартість машини.

Маса базового і нового комбайнів дорівнюють:

$$M_b = 8160 \text{ кг};$$

$$M_n = 7960 \text{ кг}.$$

Для визначення ціни експериментального комбайна знайдемо ціну одного

кілограма маси базового комбайна:

$$K = \frac{M_b}{C_b} = \frac{8160}{122500} = 0,067 \text{ кг/грн}$$

Ціна нового комбайна відповідно дорівнюватиме:

$C_{(H)} = \frac{M_n}{K} = 118806 \text{ грн}$

Балансова вартість обох варіантів дорівнює:

$$B_b = 1,2$$

$$C_{B,b} = 1,2 \times 122500 = 147000 \text{ грн}.$$

$$B_n = 1,2$$

$$C_{B,n} = 1,2 \times 11806 = 142567 \text{ грн}.$$

Відрахування на реновацію:

$$A_b = \frac{147000 \times 11,1}{100 \times 1,08 \times 200} = 75,58 \text{ грн/га}$$

Витрати на ремонт і техобслуговування:

$A_b = \frac{142567 \times 11,1}{100 \times 1,65 \times 200} = 47,98 \text{ грн/га}$

Витрати на ремонт і техобслуговування:

$$P = \frac{C_b \times R_p}{100 \times W \times T} \quad (4,7)$$

де R_p - норма відрахування на ремонт і техобслуговування

$P_b = \frac{147000 \times 6,6}{100 \times 1,06 \times 200} = 44,94 \text{ грн/га}$

НУБІП України

$$P_n = \frac{142567 \times 6,6}{100 \times 1,65 \times 200} = 28,53 \text{ грн/га}$$

Витрати на ПММ:

$$Г = \frac{G \times Ц_T}{W}, (4,8)$$

НУБІП України

де G - годинна витрата палива, кг/га;

$Ц_T$ - ціна одного кілограма комплексного палива, грн.

$$Г_B = \frac{12,6 \times 0,65}{1,06} = 7,59 \text{ грн/га}$$

НУБІП України

$$Г_H = \frac{10,1 \times 0,65}{1,65} = 3,98 \text{ грн/га}$$

Прямі експлуатаційні витрати для обох комбайнів будуть рівними:

$$I_6 = 17,84 + 75,58 + 44,94 + 7,59 = 146 \text{ грн/га}$$

$$I_n = 11,67 + 47,98 + 28,53 + 3,98 = 92 \text{ грн/га}$$

НУБІП України

Приведені витрати на прибирання однієї площі визначають за формулою:

$$П = I + E_n \times K_{y\phi}, (4,9)$$

де E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

НУБІП України

$K_{y\phi}$ - питомі капітальні вкладення у виробничі фонди.

$$K_{y\phi} = \frac{Ц_B}{T \times Ц}$$

Для порівнюваних машин питомі капітальні вкладення становлять:

НУБІП України

$$K_{y\phi}^6 = \frac{147000}{200 \times 1,08} = 680,88 \text{ грн/га}$$

$$K_{y\phi}^n = \frac{142567}{200 \times 1,65} = 432,34 \text{ грн/га}$$

Приведені витрати дорівнюють:

НУБІП України

$$П_6 = 146 + 0,15 \times 680,88 = 248,07 \text{ грн/га}$$

$$П_n = 92 + 0,15 \times 432,23 = 156,99 \text{ грн/га}$$

Додатковий ефект від упровадження пристрою для вичісування обумовлений зниженням загальних втрат зерна в 1,5-2 рази. За середньої врожайності 33 ц/га втрати знижуються з 0,89 ц/га до 0,33 ц/га, тобто додатково збирається 0,56 ц/га за ціни 0,2 грн/кг додатково маємо 11,2 грн/га.

Зниження механічного пошкодження зерна з 3,5 % (у базовій машині) до 1,0 % (у дослідного зразка). Зниження вмісту подрібненого зерна пшениці на 2,5 % за середньої врожайності пшениці 33 ц/га може дати додатково 0,83 ц/га товарного зерна натомість фуражних відходів, що за вартості 0,20 грн/кг дає 16,6 грн/га чистого доходу, при закупівельній ціні товарного зерна 300 грн/т і закупівельній ціні кормового подрібненого зерна 150 грн/т.

Річний економічний ефект від впровадження комбайна з вичісувальним пристроєм визначається за формулою:

$$E_r = [(P_o - P_n) + D] \times O_n, \quad (4,10)$$

де D - додатковий ефект від впровадження однієї машини;

O_n - виробіток машини за сезон, га.

$$E_r = [(248,07 - 156,99) + 27,8] \times 180 = 21398 \text{ грн}$$

Таким чином, річний економічний ефект від упровадження зернозбирального комбайна з пристроєм для вичісування в цінах 1998 р. становить 21398 грн.

4.2 Практична реалізація результатів досліджень

Дослідження з розроблення пристрою для вичісування до комбайна, що здійснює збирання на корені, виконувалися відповідно до договору (2017...2020 рр.) з міністерством сільського господарства і продовольства України "проведення НДДКР, виготовлення дослідного зразка та постановка на виробництво збирального агрегату зі жнивarkою вичісувального типу для оснащення наявного парку зернозбиральних комбайнів".

Організаціями співвиконавцями були: Український Державний Центр з випробування та прогнозування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва (УкрЦДВТ, с.м.т. Дослідницьке), Краматорський дослідний завод, Конструкторське бюро науково-дослідного інституту важкого

машинобудування (КБ НДШТМаш) "Новатор" (м. Краматорськ), Кримський державний аграрний університет (КДАУ, м. Сімферополь) і Машинобудівний завод (м. Джанкой).

На основі проведених у КДАУ лабораторних і польових досліджень було розроблено технічне завдання на виконання конструкторської документації з виготовлення дослідної партії жниварок-очісувачів. Зразки жниварок-очісувачів виготовляли в Краматорському дослідному заводі та випробовували в Криму на збиранні рису і пшениці, в Київській області на пшениці (Додаток Е). Результати роботи очісувачів відображено у відповідних звітах [78-82] і публікаціях [65, 66, 122, 123, 124].

4.3 Методика розрахунку параметрів бітера-відбивача

Спочатку визначають геометричні параметри бітера-відбивача і його взаєморозташування з барабаном, що вичісує (див. рис. 2.8).

1. Відстань між бітером-відбивачем і вичісувальним барабаном

$$b = \sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2} - r_1 - r_2$$

де r_1 - радіус вичісувального барабана, м

r_2 - радіус бітера-відбивача, м.

2. Відстань між центрами вичісувального барабана і бітера-відбивача.

$$l_{1,2} = \sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}$$

3. Кут нахилу до горизонту лінії, що з'єднує центри вичісувального барабана і бітера-відбивача.

$$\beta = \arccos \frac{r_1}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}} - \pi/4$$

4. Кут нахилу до горизонту спільної дотичної бітера-відбивача та вичісувального барабана

$$\gamma = \arccos \frac{r_1}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}} + \arcsin \frac{r_1 - r_2}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}} - \pi/4$$

5. Оптимальний радіус бітера-відбивача визначаємо під час дослідження

функції на екстремум

$$y = 6266,7(d/2)^6 - 11099,0(d/2)^5 + 7986,0(d/2)^4 - 3019,6(d/2)^3 + 645,1(d/2)^2 - 74,3(d/2) + 5,6$$

де y - відношення L_{nac}/L_{akt} ;

$d/2$ (r_2) - радіус бітера-відбивача.

6. Положення характерних точок С, D кожуха бітера-відбивача

визначається відповідними кутами δ_1, δ_2

$$\delta_1 = \pi/4 - \arccos \frac{r_4}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}} + \arcsin \frac{r_1}{\sqrt{2r_1^2 + 2r_1r_2 + r_2^2}}$$

де r_4 - радіус кожуха бітера-відбивача.

$$\delta_2 = 3\pi/4 - \arccos \frac{r_2 + l}{r_1 + r_2} - \arccos \frac{r_2 - l}{r_4}$$

де l - висота гребінки.

Після визначення геометричних параметрів визначають кінематичні параметри за умови рівності окружних швидкостей кінців робочих органів вичісувального барабана і бітера-відбивача ($i_1 = i_2$)

1. Кутова швидкість бітера-відбивача і вичісувального барабана

$$\omega_2 = u_2 / r_2$$

$$\omega_1 = u_1 / r_1$$

де u_1 - окружна швидкість вичісувального барабана, м/с;

u_2 - окружна швидкість бітера-відбивача, м/с.

2. Частота обертання (хв^{-1})

$$n_1 = \frac{30\omega_1}{\pi}$$

$$n_2 = \frac{30\omega_2}{\pi}$$

де n_1, n_2 - частота обертання барабана, що вичісує, і бітера-відбивача

відповідно.

3. Початкова швидкість руху зерна достатня для проходження поверхні верхнього кожуха (підрозділ 2.3)

$$V_0 = \sqrt{g\rho(3 + f\pi)}$$

де ρ - радіус кривизни верхнього кожуха, м;
 f - коефіцієнт тертя зерна по сталі.

Визначаємо потужність на привід вичісувального барабана і бітера-відбивача (підрозділ 2.4)

1. Потужність на привід очесувального барабана

$$W_1 = W_{1p} + W_{1x}$$

де W_{1p} - потужність, необхідна на технологічний процес вичісування;

W_{1x} - потужність, необхідна на ходостий хід.

$$\Delta s_{\text{ш}} = \frac{g_{\text{ш}}}{1000 M_{\text{ш}} \cdot B_{\text{ш}} + g_{\text{об}}} \cdot 100\%$$

де $0,041$ - зусилля, необхідне для вичісування одного суцвіття, Н;

l - довжина зуба гребінки, що вичісує, м;

B_p - ширина захвату вичісувального пристрою, м;

H - густина стеблостою, шт/м²;

$g_{\text{об}}$ - радіус вичісувального барабана, м;

ω_1 - кутова швидкість вичісувального барабана, с⁻¹;

r_3/r_4 - передавальне відношення.

$$W_{1x} = a_1 \omega_1 + b_1 \omega_1^3$$

де a_1 - коефіцієнт, що враховує масу барабана, тертя в підшипнику;

b - коефіцієнт, що враховує вентиляторні здібності барабана.

2. Потужність на привід бітера-відбивача

$$W_2 = a_2 \omega_2 + b_2 \omega_2^3$$

3. Коефіцієнти a_1, a_2 і b_1, b_2 визначаються експериментально (пункт 3.2.4).

Таблиця 4.2

Вихідні дані для розрахунків

Параметри та одиниці вимірювання	Позначення	Величина
Радіус вичісувального барабана, м	$R_{\text{об}}, r_1$	0,35
Радіус бітера-відбивача, м	r_2	0,19

Радіус кожуха бітера-відбивача, м	r_4	0,21
Довжина зуба гребінки для вичісування, м	L	0,08
Окружна швидкість барабана, що вичісує, м/с	u_1	16,5
Колова швидкість бітера-відбивача, м/с	u_2	16,5
Радіус кривизни верхнього кожуха, м	ρ	1,0
Коефіцієнт тертя зерна по сталі	F	0,32
Зусилля необхідне для вичісування 1 суцвіття, Н	$Oo\omega l$	3
Ширина захвату пристрою для вичісування, м	B_p	4,0
Густина стеблестою, шт/м ²	H	400
Передавальне відношення	$i = r_3/r_4$	1
Коефіцієнт, що враховує маси барабанів	$a_1 = a_2$	0,0002
Коефіцієнт, що враховує вентиляторні здатності барабанів	$b_1 = b_2$	$1,6 \times 10^{-7}$ $9,6 \times 10^{-7}$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що найперспективнішим напрямом підвищення продуктивності, зниження енергоємності та покращення якості збирання зернових культур є обчисування їх на корені.

2. Аналіз збирання врожаю методом обчисування показав, що головною недостатньо розв'язаною проблемою є неприпустимі втрати зерна, знизити які рекомендується шляхом використання двобарабаних пристроїв, які складаються з обкошувального барабана і бітера-відбивача.

3. На основі графоаналітичного аналізу визначено необхідні умови для якісного обчисування короткостеблових і високорослих рослин, що дало змогу встановити параметри взаємного розташування бітера-відбивача та обчисувального барабана.

4. Розроблено модель руху зерна після обчисування, що дала змогу описати динамічні процеси та визначити раціональні кінематичні характеристики запропонованого обчисувального пристрою.

5. Запропоновано методику розрахунку обчисувального пристрою для обмолоту зернових культур на корені, яка дає змогу визначити його раціональні геометричні параметри та оцінювати динамічні характеристики руху зерна. Цю методику використано під час проєктування аналогічних жаток та агрегування їх у комбайнові комплекси.

6. Встановлено, що найменші втрати зерна осипом до 1,6% досягаються за діаметру бітера-відбивача 380 мм і його кутової швидкості $86,9 \text{ c}^{-1}$. Втрати рівномірно збільшуються при збільшенні або зменшенні величини діаметра.

7. Встановлено, що зменшення втрат зерна осипом під час переміщення до збірника досягаються за умови контактного (безвідривного) руху напрямною поверхнею кожуха з початковою швидкістю (лінійною швидкістю гребінок обчисувального барабана) $V_0 > 6,3 \text{ м/с}$.

8. Показано, що застосування бітера-відбивача у складі двобарабанної системи обчисування порівняно з однобарабанною призводить до зниження втрат зерна

від 3,3 до 1,6%.

9. Польовими випробуваннями комбайна з обчисувальним пристроєм під час збирання пшениці встановлено переваги бігера-відбивача з діаметром 400 мм. За результатами випробувань: загальні втрати зерна за комбайном становили 0,61-

1,00%; втрати зерна осипом за обчисувальним пристроєм - 0,29-0,66%; втрати не обчесаним ворохом - 0,02-0,05%; дроблення бункерного зерна - 0,8...1,2%. При

цьому обчесаний ворох мав такий склад: вільне зерно - 60...83%; зерно в колосі - 9...20%; солома, полова - 8...19%; вільне зерно в зерновій частині обчесаного вороху - 74...89%; подрібнення зерна в воросі було відсутнє.

10. Агротехнічна оцінка експериментального обчисувального пристрою під час збирання рису встановила його відповідність агротехнічним вимогам за загальних втрат 1,45...2,7% і дроблення зерна 1,0...4,0%.

11. Порівняльними випробуваннями встановлено переваги експериментального обчисувального пристрою комбайна порівняно із серійним: підвищення продуктивності під час обчисування в 1,5...2 рази; зниження дроблення бункерного зерна; зниження витрат палива на 20-30%. Річний економічний ефект від упровадження комбайна з новим очосувальним пристроєм становить 21390 грн. на одну машину.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Адлер Ю.П., Маркова О.В., Грановський Ю.В. Планування експерименту під час пошуку оптимальних умов. - М.: Наука, 2016. - 276 с.

2. Азовцев М.Г. Дослідження технології подвійного обмолоту зернових культур. - Науч. тр./ЧМЕСГ, Челябінськ, 2018, вип. 35, с.24-28.

3. Алфьоров С.А. Закономірність під час стиснення соломи // Сільгоспмашина - 1957. - № 3.

4 Апрод А.І. Вплив строків збирання та умови зберігання рису на якість зерна: Автореф. дис. на здобуття вч. ст. канд. с.-г. наук. - Краснодар, 2010. - 16 с.

5. Артемов І.І. Дослідження молотильного пристрою ударно-вібраційного впливу для обмолоту рису. Дис. на здобуття вч. ст. к.т.н. - Краснодар, 1973. - 164 с.

6. Артоболовський С.І. Теорія механізмів і машин. - М.: Вища школа, 1965. - 367 с.

7. Атамалян Е.Т. Прилади і методи вимірювань електричних величин. Навч. посібник. - М.: Вища школа, 2008. - 223 с.

8. А.С. №1037866 ССРСР. Пристрій для вичісування зернових культур на корені / Є.Ф. Доронін, В.М. Багалов, Г. І. Волков та ін. // Відкриття. Винаходи. - 1983. - № 32.

9. А.С. №1250199 ССРСР. Пристрій для обмолоту сільськогосподарських культур на корені / А.Т. Шуляков, С.А. Шулякова // Відкриття. Винаходи. - 1986. - № 30.

10. А.С. №1572450 СРСР, МКИ А 01 D 41/08. Пристрій для обмолоту стебел зернових культур на корені / А.А. Яковлева. Опубл. 1973, Бюл. № 21, - 4 с.

11. А.С. №1681760 ССРСР, МКИ А 01 D 45/06. Машина для обчисування рослин / В. І. Рубльов, Н. Л. Конишев та ін. Заявлено 01.03.89; Опубл. 07.10.91, Бюл. № 37. - 1 с.

12. А.С. №1704677 СРСР, МКИ А 01 D 41/08. Пристрій для вичісування сільськогосподарських культур на корені / В.І. Лосєв, А.С. Минаканов та ін.; Заявлено 05.06.89; Опубл. 15.01.92, Бюл. №2. - 2 с.

13. А.С. №1715232 СРСР, МКИ А 01 D 41/08. Пристрій для обмолоту

сільськогосподарських культур на корені / М.М. Аблогин, М.М. Данченко;
Заявлено 21.02.90; Опубл. 29.02.92, Бюл. №8. - 2 с.
14. А.С. №1768064 СРСР, МКИ А 01 D 41/08. Пристрій для обмолоту

сільськогосподарських культур на корені / А.Г. Шуляков, В.Н. Погорелов та ін.;
Заявлено 26.07.89; Опубл. 15.10.92, Бюл. №38. - 4 с.

15. А.С. №1766310 СРСР, МКИ А 01 D 41/08. Комбайн для збирання зернових
культур на корені / М.М. Аблогин, М.М. Данченко та ін. Заявлено 06.02.89;
Опубл. 07.10.92; Бюл. № 37. - 4 с.

16. А.С. № 1812926 СРСР, МКИ А 01 D 41/08. Спосіб збирання сільсько-
господарських рослин на корені та пристрій для його здійснення / Нешнл Рісерч
Девелопмент Корпорейшн (GB). - №4027474/15. Заявлено РСТ/GB 85/00442
26.09.85. Опубліковано 30.04.93. Бюл. №16.

17. А.С. №1824065 СРСР, МКИ А 01 D 41/08. Пристрій для подачі стеблової маси
сільськогосподарських культур на очес під час обмолоту на корені / Е.В. Жалнін,
А.С. Мнацаканов, А.І. Савченков, Заявлено 15.10.90, Опубл. 30.06.93, Бюл. №24,
- 4 с.

18. А.С. №1837737 СРСР, МКИ А 01 D 41/08, Пристрій для обмолоту
сільськогосподарських культур на корені / Е.В. Жалнін, А.С. Мнацаканов, А.І.
Савченков, Заявлено 15.02.91; Опубл. 30.08.93, Бюл. №32, - 4 с.

19. А.С. №1837737 СРСР. Пристрій для обмолоту сільськогосподарських
культур на корені / М.М. Аблогин, М.М. Данченко // Відкриття. Винаходи.
1992. - № 8.

20. А.С. №232642 СРСР. Зернозбиральний комбайн / А.Д. Логін, В.М.
Медведчиков, В. П. Гаврилов та ін. // Відкриття. Винаходи. - 1968. - №1.

21. А.С. №240362 СРСР. Зернозбиральний комбайн / В.П. Луговий, В.В.
Гавриленко, О.М. Любицький // Відкриття. Винаходи. - 1969. - №12.

22. А.С. №380269 СРСР. Пристрій для обмолоту стебел зернових культур на
корені / ВНДІ ризи, Авт. винахід В.І. Воробйова, Е.Н. Конюш-ков. - Заявл.
02.08.71. Опубл. Б.І., 1973, № 2.

23. Бабицький Л.Ф., Булгаков В.М., Войтюк Д.Г. Основи наукових досліджень.

Навчальний посібник для студентів факультетів механізації сільського господарства. - Київ: Видавництво НАУ, 2007. - 205 с.

24. Баландіна Н.С. Визначення економічної ефективності нової сільськогосподарської техніки. - М., 1963. - 162 с.

25. Беляев С.А. Шляхи підвищення продуктивності сільгоспмашин. // Трактори і сільгоспмашина. - 1977. - № 12. - С. 20-21.

26. Бондар А.Г., Статюха Г.А., Погяженко І.А. Планування експерименту при оптимізації процесів хімічної технології (алгоритми та приклади). - Київ: Вища школа, головне вид., 2006. - 264 с.

27. Броиштейн І.М., Семендяєв К.А. Довідник з математики. - М.: Державне видавництво техніко-творчої літератури, 1956. - 608 с.

28. Василенко П.М. Елементи методики математичного опрацювання результатів експериментальних досліджень. - М., 1958. - 59 с.

29. Веденяпін Г.В. Загальна методика експериментального дослідження та обробка дослідних даних. - М.: Колос, 1973. - 194 с.

30. Винарський М.С., Лурє М.В. Планування експерименту в технологічних дослідженнях. - Київ: Техніка, 1975. - 167 с.

31. Воробйов В.І. Про спосіб збирання рису очесом на корені. - Бюл. НТІ ВНДІ рису, вип. 8, 1972. - С. 60-63.

32. Галенко М. Д., Каплін І. М., Федчук В. Т. Обґрунтування індустріально-поточної комбайнової та безкомбайнової технології збирання зернових культур // Механізація та електрифікація с.-г. господарства. - 2018. - № 8.

33. Гернет М.М., Ратобильський В.Ф. Визначення моментів інерції. - М.: Машинобудування, 1969. - 250 с.

34. Голубєв І. К. Обґрунтування основних параметрів і режимів роботи двобарабанного пристрою для обчісування рису на корені: Дис...канд. техн. наук. - М.: 1989. - 231 с.

35. Гончаров Б.І. Дослідження робочого процесу очесувального пристрою для обмолоту рису на корені з метою зменшення втраг зерна: Дис...канд. техн. наук. - Мелітополь, 1982. - 182 с.

36. Гончаров Б.І. Дослідження робочого процесу обчисувального пристрою для обмолоту рису на корені з метою зменшення втрат зерна: Автореф. дис...канд. техн. наук. - Мелітополь: Гортіпографія, 1982. - 182 с.

37. Данченко М.М. До обґрунтування способу обмолоту рису на корені. - Комплексна механізація та автоматизація с.-г. виробництва / РСГМ. - Ростов н/Д, 2005. - С. 84-93.

38. Данченко М.М. Обґрунтування параметрів шіткового пристрою для обчисування волоті рису на корені: Дис...канд. техн. наук. - Мелітополь, 1983. - 162 с.

39. Доспехов Б.А. Методика польового досліду. - М.: Колос, 1973. - 336 с.

40. Жалнін Е.В. Проблеми створення високопродуктивного комбайна // Механ. і електриф. с. х-ва. - 1974. - №6. - С. 5-8.

41. Жалнін Е.В. Механізація збирання рису. - М.: Россельхозиздат, 1977. - 127 с.

42. Жалнін Е.В., Савченко О.М. Технологія збирання зернових культур комбайновими агрегатами. - М.: Россельхозиздат, 1985. - 206 с.

43. Жалнін Е.В., Майстренко А.А. Стан і перспективи механізації збирання рису. // Бюл. НТІ ВНДІ рису. - 1975. - №17. - С. 69-70.

44. Жалнін Е.В., Стружкін М. І. Обґрунтування комплексу машин для збирання "Невейки" // Механізація та електрифікація сел. госп-ва. - 1978. - № 9.

45. Зернозбиральні комбайни. Сірій Г.Ф., Косилов Н.І., Ярмашев Ю.Н., Русанов А.І. - М.: Агропромиздат, 1986. - 247 с.

46. Іванов А.А. Довідник з електротехніки. - 5-е изд. - К.: Вища школа, 1984. - 304 с.

47. Іванченко Ф.К. Конструкція і розрахунок прийомно-транспортних машин. Підручник для технічних вузів. - К.: Вища школа, 1978. - 576 с.

48. Іващенко М.М. Автоматичне регулювання. Теорія та елементи систем. - М.: Машинобудування, 1978. - 736 с.

49. Вишукування та дослідження обчисувальних молотильних пристроїв для обмолоту рису. / Є.Ф. Доронін: експрес-інформація/ ЦНДНТЕІ Урактороеільгоєшмаш. - М., 1986. - 9 с.

50. Канарьов Ф.М., Гончаров В.М. / Кубанська індустріальна жнива // Сел. механізатор. - 2016. - № 1. - С. 12-15.

51. Канарьов Ф.М. Технологія збирання зернових з обмолотом на стаціонарі // Землеробство. - 1986. - № 2. - С. 43-46.

52. Канєєв І. В. Дослідження механіко-технологічних процесів обмолоту рису: Дис... д-ра. техн. наук. - Ростов-на-Дону, 1973. - 252 с.

53. Каталог. Сільськогосподарської техніки. - М., 2011. - Т.1. - Ч.1-2.

54. Кленін М.І., Сакун В.А. Сільськогосподарські та меліоративні машини: елементи теорії робочих процесів, розрахунок регульовальних параметрів і режимів роботи. - 2-е изд., перераб. і доп. - М.: Колос, 1980. - 671 с.

55. Коваль С. Напрями розвитку конструкцій і узагальнені технологічні показники зернозбиральних комбайнів // Техніка АПК. - 1998. - №4. - С. 28-31.

56. Ковлягін Ф.В., Маслов Г.Г. Збирання зернових культур методом очесання // Механізація та електрифікація с. г. господарства. - 1991. - № 8.

57. Колесніченко В.Г. Дослідження якості рису - зерна під час дозрівання, збирання та зберігання: Дис... канд. техн. наук. - М.: 1977. - 205 с.

58. Костенко К.М., Шабанов П.А., Шабанов М.П. Перспективи використання та результати випробування жатки - обчисувача до зернозбирального комбайна СК-

5 "Нива" // Тези доповідей УкрІІТЗІТ. - Дослідницьке, 1995. - С. 24.

59. Кузнецов А.В., Сурікова Г.В. Стационарный комплекс // Земля сибірська, далекосхідна. - 1986. - № 7. - С. 46-49.

60. Кузьменко А.К., Даметкін В.Є., Артемов І.І. Порівняння показників енергоємності молотильного пристрою ударно-вібраційної дії та барабанних молотильних апаратів рисозбиральних комбайнів // Науч. тр. Кубанського СГУ. - 1978. Вип. 156. - С. 12-17.

61. Летошньов П.М. Сільськогосподарські машини (теорія, розрахунок, проектування та випробування). - 3-е изд. - М., 1955. - 764 с.

62. Локшин А.Л. Технологія збирання рису з обмолотом на стаціонарі // Механізація та електрифікація с.-г. господарства. - 1983. - № 8.

63. Маліков С.А. Дослідження молотильного апарату обчисувального типу для

рису:7 Автореф. дис. канд. техн. наук. - Волгоград: 1972. - 22 с.

64. Масленников В.В., Шабанов М.П. Дослідження польової машини з обчисувальним пристроєм для збирання зернових культур і коріандру // Тези докл. УНДІМЕСГ. - Глеваха, 1988. - 121 с.

65. Машков О.М., Астафуров О.С. Розробка причіпної машини для збирання зернових культур способом обмолоту рослин на корені // Питання стабілізації та підвищення ефективності АПК Криму в дослідженнях молодих учених. - Сімферополь: Гортіпографія, 1997. - 52-54 с.

66. Машков О.М. Експериментальне обґрунтування параметрів бітера-відбивача обчисувального пристрою // Тр. КДАУ. - Вип 59, ч. II. - С. 68-73

67. Методика (основні положення) визначення економічної ефективності використання в народному господарстві нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій. - М.: Економіка, 1977. - 45 с.

68. Методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій. - М.: Колос, 2000.

69. Мещерський І.В. Збірник задач з теоретичної механіки. Навчальний посібник - 36 вид. - М.: Наука, 1986. - 448 с.

70. Міщук С.А. Оптимізація комплексу машин для збирання зернових культур. Дис... канд. техн. наук. - Москва, 1991. - 136 с.

71. Міщук С.А. Принцип роботи зернозбиральних комбайнів із пневматичним очищенням вороху та очисувальним пристроєм с.г. культур на корені // Тр. КДАУ. - Вип. 59, ч. II. - С. 61-67.

72. Недовесов В.І. Технології збирання хлібів з обробкою зерностеблової маси на крою поля // Механізація та електрифікація сільського господарства. - 1987. - №9. - С. 25-27.

73. Нові ідеї в плануванні експерименту. / Під ред. Налімов В.В. - М.: Наука, 1969. - 218 с.

74. Обмолот рису на корені двобарабанним обчисувальним пристроєм / І.К. Голубєв, Б.І. Гончаров, П.А. Шабанов та ін. // Трактори і сільгоспмашини. - 1986.

- № 2.

75. ОСТ 70.19-73. Випробування сільськогосподарської техніки. Методи економічної оцінки. - М., 1973.

76. ОСТ 70.81-81. Випробування сільськогосподарської техніки. Програми і методи випробувань. - М.: Держкомітет СРСР із виробничо-технічного забезпечення с.-г. 1981. - 192 с.

77. Звіт з дослідження і розробки експериментальної рисозбиральної машини, заснованої на принципі обчисування волоті рису на корені. / МІМСГ. - Мелітополь, 1980. - 36 с.

78. Звіт із науково-дослідної та дослідно-конструкторської роботи. Збиральний агрегат із жнивarkою очісувального типу до комбайна СК-5 "НИВА". Звіт НДР (проміжний) / НВО НДПТМаш, керівник Масюков В.І. - Краматорськ, 1993. - 39 с.

79. Звіт про науково-дослідну роботу за Держбюджетною темою. Розробка комплексу машин і вдосконалення технології збирання зернових культур і насінників трав із застосуванням обмолоту на корені. Звіт НДР / Кримський СГІ, керівник Шабанов П.А. - Сімферополь, 1996. - 21 с.

80. Звіт про науково-дослідну роботу за Держбюджетною темою. Розробка комплексу машин і вдосконалення технології збирання зернових культур і насінників трав із застосуванням обмолоту на корені. Звіт НДР / Кримський ДАУ, керівник Шабанов П.А. - Сімферополь, 1997. - 15 с.

81. Звіт про науково-дослідну роботу за Держбюджетною темою. Розробка комплексу машин і вдосконалення технології збирання зернових культур і насінників трав із застосуванням обмолоту на корені. Звіт НДР / Кримський ДАУ, керівник Шабанов П.А. - Сімферополь, 2018. - 22 с.

82. Звіт про результати попередніх випробувань обчисувальної жнивarki конструкції Кримського СГІ/Український державний центр по випробуванню і прогнозуванню техніки і технології для сільськогосподарського виробництва, звіт № 01 - 11 - 95 - 1 (9011195). - Дослідницьке, 1995. - 16 с.

83. Патент Російської Федерації №2056086, кл. А 01 D 41/08, пристрій для

вичисування / А.А. Шамін, А.Г. Нікітін та ін.; Заявлено 26.02.93; Опубл. 20.03.96,
Бюл. № 8, - 4 с.

84. Патент США 2672004, Comb. Склоочисник для насінневих стрипперів. Авт.
пат. Gay J.D. - Заявл. 20. 07. 1949, 105689, - Опубл. US Patent Office 16. 03. 1954,
НКІ 56-128.

85. Патент 43-14373 (Японія), - Пристрій для відбору та приймання зерна в
комбайні. Авт. пат. Наві Kodzo, - Заявл. 04.04.1964, 39-19376, - Опубл.
18.06.1968, НКІ 3В306.

86. Патент 52-27057 (Японія), - Зернозбиральний комбайн. Авт. пат. К.К. Toisay.
- Заявл. 09.05.1975, 50-54914, - Опубл. 18.07.1977, НКІ 3В 302 (яп. мовою).

87. Патент 38-10817 (Японія), - Молотарка, що причіплюється до трактора. Авт.
пат. Sankoku Ushizo, Заявл. 01.08.1961, 36 - 27775, - Опубл. 01.07.1963, НКІ 3В
212.1 (на яп. мові).

88. Патент 2200026, Англія. Машини для збирання сільськогосподарських
культур і способи її застосування (Wilfred Erwin Kliner).

89. Патент 2188822, Англія. Машини для збирання просапних культур (Wilfred
Erwin).

90. Патент 2200526, Англія. Harvesting apparatus / Hale O.D., Prjoe I.S.

91. Пенкін М.Д. Онучність технологій індустріального збирання зернових
культур // Механізація та електрифікація сільського господарства. - 1988. - №9.
- С. 15-18.

92. Повіляй В.М., Шабанов П.А. Дослідження очесувального пристрою для
обмолоту рису на корені // Бюлл. НТІ ВНДІ рису. - 1975. №13. - С. 48-51.

93. Повіляй В.М. Дослідження процесу збирання селекційних посівів рису
методами вичисування волотей на корені та обґрунтування параметрів
вичисувального пристрою: Автореф. дис...канд. техн. наук. - Краснодар, 1980. -
23 с.

94. Погорілий Л.В. Досвід Європейського сільгоспмашинобудування та
прогресивні технології - підприємствам України // Техніка АПК. - 1998. - №4. -
с. 24-25.

95. Подінш Я.А., Дагалвіс Е.К. та ін. Збирання зернових з обробкою маси на стаціонарі в Латвійській РСР // Механізація та електрифікація сел. госп-ва. - 1983. - № 8.

96. Пристосування до зернозбирального комбайна СК-5 для збирання коріандру: Звіт про НДР/ Всесоюзний НДІ ефіроолійних культур. - Сімферополь. - 1993.

97. Розробити технологічні процеси та основні робочі органи рисозбирального комбайна і польової збиральної машини, заснованих на принципі обмолоту рослин на корені: Звіт НДР (заключний)/ Мелітопольський СГІ, керівник Шабанов П. А. - Мелітополь, 1990. - 60 с.

98. Розрахунок вантажопідіймальних і транспортувальних машин / Ф.К. Іванченко, В.С. Бондарев, М.П. Коменік, В.Я. Барабанов / За ред. О.А. Добровольського. Добровольського. - К.: Вища школа, 1978. - 576 с.

99. Розрахунки вантажопідійомних і транспортувальних машин. (Ф.К. Іванченко, В.С. Бондарев, Н.П. Колесник, В.Я. Барабанов). Під ред. О.А. Добровольського. - 2-е изд., перераб. і доп. - К.: Вища школа, Головне видавництво, 1978. - 576 с.

100. Саліхов Н.К. Вивчення ефективності механізованих способів збирання рису // Бюлл. НТІ ВНДІ рису. - 1974. - №13. - С. 56-58.

101. Самохвалов О.І. Обґрунтування процесу та параметрів очисувального пристрою для соргозбиральної машини: Автореф. дис... к-та техн. наук: 05.20.01 / Волгоград. с.-г. ін-т. - Волгоград, 1987. - 19 с.

102. Сірий Г.Ф. Наукові основи підвищення пропускної спроможності зернозбиральних комбайнів: Дис... д-ра. техн. наук. - М., 1977. - 362 с.

103. Спектор С.А. Електричні вимірювання фізичних величин. Методи вимірювань. - Л.: Энергоатомиздат, 1987. - 320 с.

104. Довідник конструктора сільськогосподарських машин (під редакцією М. І. Клецкіна). - Т.1. - М., 1967. - 830 с.

105. Галах Л.А. Дослідження роботи та обґрунтування параметрів обчисувальних апаратів льонозбиральних машин. Автореф. дис... к-та техн. наук: 05.20.01 / Луцьк. держ. техн. ун-т. - Луцьк, 2009. - 18 с.

106. Тараненко Г.А. Удосконалення технологічного процесу збирання зернових культур шляхом розроблення збірно-транспортувальних органів очисувального пристрою: Автореф. дис...канд. техн. наук. - Мінськ, 1987. - 18 с.

107. Тарг С. М. Короткий курс теоретичної механіки. - М.: Наука, 1974. - 475 с.

108. Тензометрія в машинобудуванні. Під ред. Маркова Р.А. - М.: Машинобудування, 1975. - 283 с.

109. Фіхтенгольц Г.М. Курс диференціального та інтегрального числення. - Т.2. - М.: Наука, 1969. - 800 с.

110. Хартман К., Лецький Е., Шефер В. Планування експерименту в дослідженні технологічних процесів. Пер. з нім. - М.: Мир, 1977. - 552 с.

111. Хедер з пристроєм для обчисування. Велика Британія: Експрес-інформація / ЦНДІТЕІ тракторосільгоспмаш. - М.: - 1987. - 15 с.

112. Хайліс Г.А., Ковальов М.М. Дослідження сільськогосподарської техніки та обробка дослідних даних. - М.: Колос, 1994. - 169 с.

113. Цибульніков В. М. Дослідження та обґрунтування параметрів стрічково-струмкового молотильного пристрою для зерноосолистого купу рису: Дис...канд. техн. наук. - Мелітополь, 1981.

114. Чеботарьов В.П. Удосконалення технологічного процесу збирання колосової частини рослин зернових культур шляхом вишукування та розробки очисувального транспортного пристрою: Автореф. дис...канд. техн. наук. - Мінськ: ЦНДІМЕСУ, 1986. - 19 с.

115. Чернилевський Д.В., Лаврова О.В., Романов В.А. Технічна механіка. - М.: Наука, 1982. - 544 с.

116. Чуксін П.І. Удосконалення технологічного процесу збирання колосової частини рослин зернових культур шляхом розроблення та оптимізації обчисувальних зубів. Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.20.01 - Мінськ, 1986. - 17 с.

117. Шабанов М.П. Дослідження робочих органів під час сепарації зернового вороху в похилій камері зернозбирального комбайна / Питання стабілізації та підвищення ефективності АПК Криму в дослідженнях молодих учених.

Сімферополь: Гортінографія, 1997. - 54-56 с.

118. Шабанов М.П. Застосування обмолоту на корені в серійних зернозбиральних комбайнах. - Сімферополь-Вінниця, 1994. - С. 166 (Матеріали науково-технічної конференції "Приладобудування - 94").

119. Шабанов М.П. Жниварка-очісувач до комбайна СК-5 "Нива" // Механізація та електрифікація с.-г. господарства. - 1995. - № 7. - с. 22.

120. Шабанов М.П. Розробка та обґрунтування обладнання для сепарації обчесаного вороху в похилій камері зернозбирального комбайна. Автореф. дис...канд. техн. наук. / Кримський державний аграрний університет. -

Сімферополь, 1997. - 26 с.

121. Шабанов М.П. Розробка та обґрунтування пристрою для сепарації обчесаного вороху в похилій камері зернозбирального комбайна. Дис... канд. техн. наук. - Сімферополь, 1997. - 179 с.

122. Шабанов П.А., Шабанов М.П., Машков А.М., Дубінін В.В. Жатка-обчисувач на рисовому полі // Техніка АПК. - 1995. - №2. - С. 11.

123. Шабанов П.А., Шабанов М.П., Машков А.М., Дубінін В.В. Обмолот на корені - перспективний спосіб збирання зернових культур // Проблеми ресурсозбереження та охорони навколишнього середовища в рільництві Криму.

- Сімферополь: КМД. - 1996. - С. 147-153.

124. Шабанов П.А., Шабанов М.П., Машков А.М., Дубінін В.В. Підвищення продуктивності серійних зернозбиральних комбайнів. - Сімферополь, 1994. - 4 с. (Інформ. листок/ КримЦНТІ: № 18-94).

125. Шабанов П.А. Механіко-технологічні основи обмолоту зернових на корені. Дис...д-ра. техн. наук. - Мелітополь, 1988. - 308 с.

126. Шкіндер В.М. Обґрунтування параметрів і розробка молотильно-сепаруючого пристрою перспективних рисозбиральних комбайнів: Дис... канд. техн. наук. - Мелітополь, 1991. - 223 с.

127. Як подвоїти продуктивність комбайнів на збиранні врожая зернових культур за мінімальних втрат // Техніка АПК. - 1998. - №4. - С. 48-49.

128. Dewald Vac Seed stripper. Transactions of ASAE, №4.

129. La recolte des cereales par egrenage / Martin Jean-Ives // Bull. techn. Mach et equip agr. - 2007. №47. C.21-28. - Фр.

130. Les automotrices de Recolt au SHMA-91 / Prum Andre // Rev. techn. Mach. agr. - 1991. - 13, №76. - C.12-32. Фр.

131. Ocesavac - novy adapter Ke sklizeci mlticce / List Jan // Mech. zemed. - 2014. - 41, №3. C.139-140. - Чеш.

132. Vielrene Technik bei den Erntemachinen. 33 Schioeizer Lantechnik - 2019.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України
ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУВІП Україна

Н



їни

Н

їни

НУВІП Україна

Рис. А.1. Обмолот на корені з використанням ссрійного комбайна

Н



и

Н

и

НУВІП Україна

Рис. А.2. Обмолот на корені з використанням МПУ-150

НУБІП України

Результати лабораторних досліджень. Двофакторний експеримент

Додаток Б

Таблиця Б.1

№	№ досліду	Діаметр бітера відбивача, d , мм	Швидкість обертання, n , мин^{-1}	Обчесаний ворох									Маса соломи, що залишилася, $M_{c.o}$, г	Втрати осипом			Маса вихода, M_B , г
				вільне зерно		не змолочений колосок		солома, молосва		Зерно в колоску	Вільне зерно в зернові частині обчіс. вороха, μ , %	Маса, M_L , г		%	$\Delta\%$		
				маса, M_3 , г	%	маса, M_K , г	%	маса, M_C , г	%								
1	1,1	380	830	832	350	42,07	372	44,71	110	13,22	250	58,33	234	12	1,96	1,79	1078
2	1,2	380	830	775	344	44,39	314	40,52	117	15,09	204	62,77	194	10	1,79	1,79	979
3	1,3	380	830	754	346	45,89	302	40,05	106	14,06	201	63,25	220	9	1,62	1,79	983
4	2,1	380	830	868	410	47,24	328	37,79	130	14,97	213	65,81	185	10	1,58	1,63	1063
5	2,2	380	830	794	360	45,34	314	39,55	120	15,11	205	63,72	192	10	1,74	1,63	996
6	2,3	380	830	844	396	46,92	358	42,42	90	10,66	231	63,16	170	10	1,57	1,63	1024
7	3,1	700	450	856	390	45,56	340	39,72	126	14,72	224	63,52	194	18	2,85	2,81	1068
8	3,2	700	450	706	286	40,51	320	45,33	100	14,16	212	57,43	165	15	2,92	2,81	886
9	3,3	700	450	868	416	47,92	380	43,79	72	8,29	245	62,93	212	18	2,65	2,81	1098
10	4,1	700	450	784	380	45,92	302	38,52	122	15,56	198	64,52	130	16	2,79	2,69	930
11	4,2	700	450	976	434	44,79	432	44,26	110	11,27	280	60,78	214	18	2,46	2,69	1108
12	4,3	700	450	809	375	46,35	320	39,56	114	14,09	211	63,99	208	17	2,82	2,69	1034

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця Б.2

Результати лабораторних досліджень. Однофакторний експеримент

№	№ досліду	Діаметр бітера відбивача, мм	Швидкість обертання, мин ⁻¹	Обчесаний ворох									Маса соломи, що залишилася, М _{с.о.} , г	Втрати осипом			Маса вихода, М _{в.} , г
				Маса, М _{ов.} , г	вільне зерно маса, М _{з.} , г	%	не змолочений колосок маса, М _{к.} , г	%	солома, цолова маса, М _{с.} , г	%	зерно в колбску	Вільне зерно в зернові частині обчис. вороха, μ		Маса, М _{ов.} , г	%	Δ%	
1	1,1	700	450	784	360	45,92	302	38,52	122	15,56	198	64,52	130	16	2,79	2,69	930
2	1,2	700	450	976	434	44,74	432	44,26	110	11,27	280	60,78	114	18	2,46	2,69	1108
3	1,3	700	450	809	375	46,35	320	39,56	114	14,09	211	63,99	208	17	2,28	2,69	1034
4	2,1	450	700	778	350	44,99	320	41,13	108	13,88	210	62,5	265	12	2,10	2,16	1065
5	2,2	450	700	845	365	43,20	370	43,79	110	13,01	234	60,93	246	12	1,96	2,16	1103
6	2,3	450	700	805	360	44,72	325	40,37	120	14,91	208	63,38	220	14	2,41	2,16	1139
7	3,1	380	830	868	410	47,24	328	37,79	130	14,97	213	65,81	185	10	1,58	1,63	1063
8	3,2	380	830	794	360	45,34	314	39,55	120	15,11	205	63,72	192	10	1,74	1,63	996
9	3,3	380	830	844	396	46,92	358	42,42	90	10,66	231	63,16	170	10	1,57	1,63	1024
10	4,1	310	1015	836	395	47,23	325	38,87	116	13,88	210	65,29	220	14	2,26	2,26	1070
11	4,2	310	1015	830	370	44,58	350	42,17	110	13,25	227	61,98	200	14	2,29	2,26	1044
12	4,3	310	1015	748	310	41,44	330	44,12	108	14,44	214	59,16	180	12	2,24	2,26	940
13	5,1	0	0	806	374	46,40	312	38,71	120	14,89	202	64,93	190	20	3,36	3,29	1016
14	5,2	0	0	864	390	45,14	350	40,51	124	14,35	224	63,52	190	21	3,31	3,29	1075

НУБІП України

15	5,3	0	0	785	330	42,04	330	42,04	125	15,92	215	60,55	170	18	3,20	3,29	973
----	-----	---	---	-----	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	----	------	------	-----

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України