

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**

01.01 - МР. 2218 "С" 2021.12.21. 013 ПЗ

**МАЙСТРЕНКО РОСТИСЛАВ
ВАСИЛЬОВИЧ**

2022

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

УДК 631.356.46

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного факультету

НУБІП України

(підпис)

Братішко В.В.

(ПІБ)

«___» _____ 2022 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад. П.М. Василенка
(назва кафедри)

НУБІП України

(підпис)

Гуменюк Ю.О.

(ПІБ)

«___» _____ 2022 р.

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Обґрунтування параметрів удосконаленого сепаратора

картоплезбиральних машин

НУБІП України

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

НУБІП України

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, ст.наук.с.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Братішко Вячеслав Вячеславович

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

М.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

НУБІП України

(підпис)

Смолінський Станіслав Вікторович

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Майстренко Ростислав Васильович

(ПІБ)

НУБІП України

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри сільськогосподарських
машин та системотехніки
ім. акад. П.М. Василенка, к.т.н., доцент

Ю.О. Гуменюк

« ___ » _____ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Майстренко Ростиславу Васильовичу

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітня програма Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Обґрунтування параметрів
удосконаленого сепаратора картоплезбиральних машин

затверджена наказом ректора НУБіП України від "21" грудня 2021 р. №2218 С

Термін подання завершеного проекту на кафедру 2022.10.31

Вихідні дані до магістерської роботи

базова машина – картоплезбиральний комбайн Л-601, річний наробіток – 45 га,
робоча швидкість – до 2,6 км/год, ширина захвату – 0,7 м

Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз конструкцій картоплезбиральних машин і сепарувальних робочих органів
2. Обґрунтування удосконаленої конструкції сепаратора картоплезбиральної машини
3. Обґрунтування параметрів удосконаленого робочого органа
4. Визначення показників економічної ефективності

Дата видачі завдання _____

Керівник магістерської роботи _____

Смолінський С.В.

Завдання прийняв для виконання _____

Майстренко Р.В.

НУБІП України

ВСТУП

ЗМІСТ

6

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ

КАРТОПЛІ 9

1.1. Аналіз сучасних технологій і засобів механізованого збирання картоплі 9

1.2. Агротехнічні вимоги до механізованого збирання картоплі 17

1.3. Технологічні властивості складових картопляного вороху в період збирання 17

2. АНАЛІЗ СЕПАРУВАЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН 22

2.1. Основні типи сепарувальних робочих органів картоплезбиральних машин 22

2.2. Аналіз робочих органів виносної сепарції в технологічних схемах сучасних картоплезбиральних машин 37

2.3. Аналіз конструктивних особливостей і параметрів сепаруючих гірок 47

2.4. Обґрунтування удосконаленої схеми робочого органу вторинної сепарції 53

3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ВДОСКОНАЛЕНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ 56

4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБКИ 63

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 71

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 73

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему: «Обґрунтування параметрів удосконаленого сепаратора картоплезбиральних машин».

Магістерська кваліфікаційна робота здійснена на 75 сторінках машинописного тексту пояснювальної записки у форматі А4, що містить 30 формул, 2 таблиці, 46 рисунків.

Магістерська кваліфікаційна робота висвітлює питання збирання картоплі з удосконаленням конструкції картоплезбирального комбайна завдяки застосуванню модернізованого сепарувального робочого органу та аргументуванням його головних параметрів і режимів роботи.

В першому розділі пояснювальної записки показано систему машин для збирання картоплі.

В другому розділі розглянуто сепарувальні робочі частини картоплезбиральних машин та обговорено конструктивну схему модернізованого сепарувального робочого органу картоплезбиральної машини.

В третьому розділі розкрито результати теоретичного дослідження основних параметрів удосконаленого робочого органу.

В четвертому розділі показано результати розрахунку показників економічної ефективності даної розробки.

Ключові слова: картопля, збирання, картоплезбиральний комбайн, сепарувальний робочий орган, параметри і режими роботи.

ВСТУП

НУБІП України

Виходячи із нинішнього стану сільськогосподарського виробництва в світі можна сказати, що картопля наразі є однією з найперспективнішою і найпопулярнішою сільськогосподарською культурою в аграрному секторі. Завдяки високій калорійності, вмісту вуглеводів та крохмалю, мінеральних солей, заліза та вітамінів картопля є популярним продуктом харчування серед населення. По-друге, картопля використовується як корм для годівлі тварин та в якості сировини в промисловій індустрії. Отже, можна зробити висновок, що використання картоплі суспільством у майбутньому не просто не зменшуватиметься, а інакше, збільшуватиметься. Саме цим підтверджується стрімке зростання виробництва даної культури та потреби на неї серед населення та промисловості у всьому світі.

Завершальною стадією при вирощуванні картоплі є її збирання, якість здійснення якої має вагомий вплив на рентабельність цієї галузі загалом. Процес збирання картоплі здійснюється сучасною високоєфективною технікою великих компаній GRIMME, ROPA, AVR та інші, що мають широкий асортимент конструктивних схем і показників технічної характеристики. Завдяки технічному забезпеченню збирання змінюється і ефективність виконання процесу.

У зв'язку з недосконалістю конструкцій робочих органів і картоплезбиральних машин загалом зменшується якість отриманого врожаю і несумісність з агротехнічними вимогами. Умови роботи картоплезбиральної техніки і її робочих органів мають змінний характер, і це потребує універсальності роботи збиральних машин загалом не дивлячись на умови.

На додаток до цього, також існують агробіологічні чинники зменшення врожаю картоплі через невідповідність технології збирання. Тому основними факторами посилення ефективності аграрного виробництва є вирощування високоврожайних сортів картоплі, використання високоєфективних

ресурсозберігаючих технологій під час цього та технічне забезпечення усіх процесів.

Доведено, що затрати праці для збирання картоплі становлять 45..70% загальних затрат, а для їх зменшення потрібно використовувати сучасні технології і техніку, що відповідають агротехнічним потребам та високому рівню.

Однак якість роботи сучасної картоплезбиральної техніки не відповідає даним вимогам. Тому одним з найбільш нагальних напрямків удосконалення машин для збирання картоплі є удосконалення робочих органів картоплезбиральних машин, які б надавали достатній рівень якості врожаю. По-перше, це відноситься до сепарувальних робочих органів, тому що саме вони виконують функції з допомогою яких виділяється із картопляного вороху бульби, яких у підкопаній масі приблизно 2...3 до 5%.

Але практично жодна із вже існуючих конструкцій сепарувальних робочих органів не надає достатню повноту виділення домішок відповідно до агротехнічних вимог. Отже, потрібно подальше удосконалення та розробка сепарувальних робочих органів, які відповідали б вимогам високої продуктивності за низьких значеннях ушкоджень та втрат бульб за високої їх чистоті (тобто, мінімальному вмісту домішок).

Тому використання машинних технологій є достатньо перспективним напрямком у картоплярстві. Через змінні ґрунтово-кліматичні умови в період збирання машини не надають повного здійснення агротехнічних вимог. Втрати та пошкодження бульб є достатньо значними і це погіршує якість продукції і, а також знижує її вартість. Зменшення втрат і пошкоджень бульб можна досягти шляхом використання нових технологій і техніки, які відповідають агротехнічним вимогам притаманним збиральним машинам.

Метою магістерської роботи є підвищення ефективної роботи картоплезбиральних машин завдяки застосуванню в їх конструктивних планах поліпшеного сепарувального робочого органу.

Об'єктом дослідження виступає механізований процес збирання картоплі, картоплезбиральні машини, сепарувальні робочі органи картоплезбиральних машин.

Предметом дослідження є взаємодія властивостей бульб і ґрунту під час періоду збирання і показників якості роботи картоплезбиральних машин.

Завдання досліджень:

- завдяки аналізу картоплезбиральних машин і сепарувальних робочих органів, якими вони обладнані, дослідити та висвітлити удосконалену схему сепарувального робочого органу;

- теоретично обґрунтувати раціональні параметри та режими роботи удосконаленого сепарувального робочого органу;

- розрахувати показники економічної ефективності використання картоплезбиральних машин з вдосконалим сепарувальним робочим органом.

Методика досліджень. Теоретичні дослідження здійсненні завдяки положенням теоретичної механіки, землеробської механіки і також засад теорії і розрахунку сільськогосподарських машин.

РОЗДІЛ 1 ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ

1.1. Аналіз сучасних технологій і засобів механізованого збирання

картоплі

Технологія збирання картоплі складається із послідовного виконання таких головних операцій: знищення або виділення бадилля завдяки хімічній обробці або скошуванням та вивезенням за межі поля; безпосереднє збирання бульб за допомогою підкопування рядка та відокремлення від бульб домішок, та фінально транспортування бульб до місця післязбиральної обробки і сортування на зберігання.

Протягом механізованого збирання машини та знаряддя виконують всі вищевказані операції послідовно. Спершу підкопувальними робочими органами підкопуються рядки картоплі відповідно до глибини розміщення бульб у гнізді, ґрунтові грудки роздроблюються, дрібний ґрунт просіюється, відділяються рештки рослин та бадилля, каміння та неподрібнені грудки. В більшості випадків при збиранні комбайнами здійснюється також і сортування бульб на групи та завантаження у транспортний засіб.

Серед аграріїв з усього світу широкого використання набули картоплезбиральні машини великих компаній Grimme, AVR, Kverneland, Holmer, Dewulf, Samro, Underhaug та інших (рис. 1.1).

У процесі збирання картоплі механізованим способом застосовується система машин єночатку від елементарних начіпних картоплекопалок і закінчується високоефективними самохідними картоплезбиральними комбайнами, продуктивність використання яких залежить від умов збирання.

Система машин для збирання картоплі включає картоплекопачі (роторні чи просіваючі), картоплекопачі-валкоутворювачі, картоплекопачі-навантажувачі та картоплезбиральні комбайни (рис. 1.2) [1,3,4,10,13,19,21,22,24,25,26,30,33,35,36].



а)



б)

Рис. 1.1. Сучасна картоплезбиральна техніка:

а - чотирирядний самохідний комбайн VENTOR 4150 (GRIMME);

б - самохідний комбайн AVR

Картопляні копалки застосовуються у підкопуванні зазвичай одного рядка картоплі і переміщення пласта з допомогою його обертання, але при цьому не виходить розділення бульб і домішок. Надалі, застосування цього типу збиральних машин вимагає значних затрат праці (до 200...250 люд. год./га), при

збиранні бульб та відділенні домішок. Сумарні втрати врожаю за цього способу досягатимуть 25...30%;

При використанні картопляного копача роторного типу (рис. 1.2, а) органи для роботи копають шар ґрунту з одного рядка, а ротори, що прокручуються, відкидають сміття перпендикулярно до напрямку просування. Під час даного процесу здійснюється відокремлення бульб від домішок. Надалі збирання викопаних бульб, очищення їх від сміття та завантаження в тару чи транспорт здійснюється переважно вручну. Також, цей тип машин характеризується істотними пошкодженнями бульб робочим ротором і достатньою шириною розкидання бульб (до 3 і більше метрів), що вимагає зростання затрат праці на підбирання. Загалом, втрати бульб становитимуть до 25%, а затрати праці – до 80...160 люд.-год./га. Даний тип машин потрібно використовувати на ділянках невеликого розміру, при забрудненні камінням і за умов високої вологості.

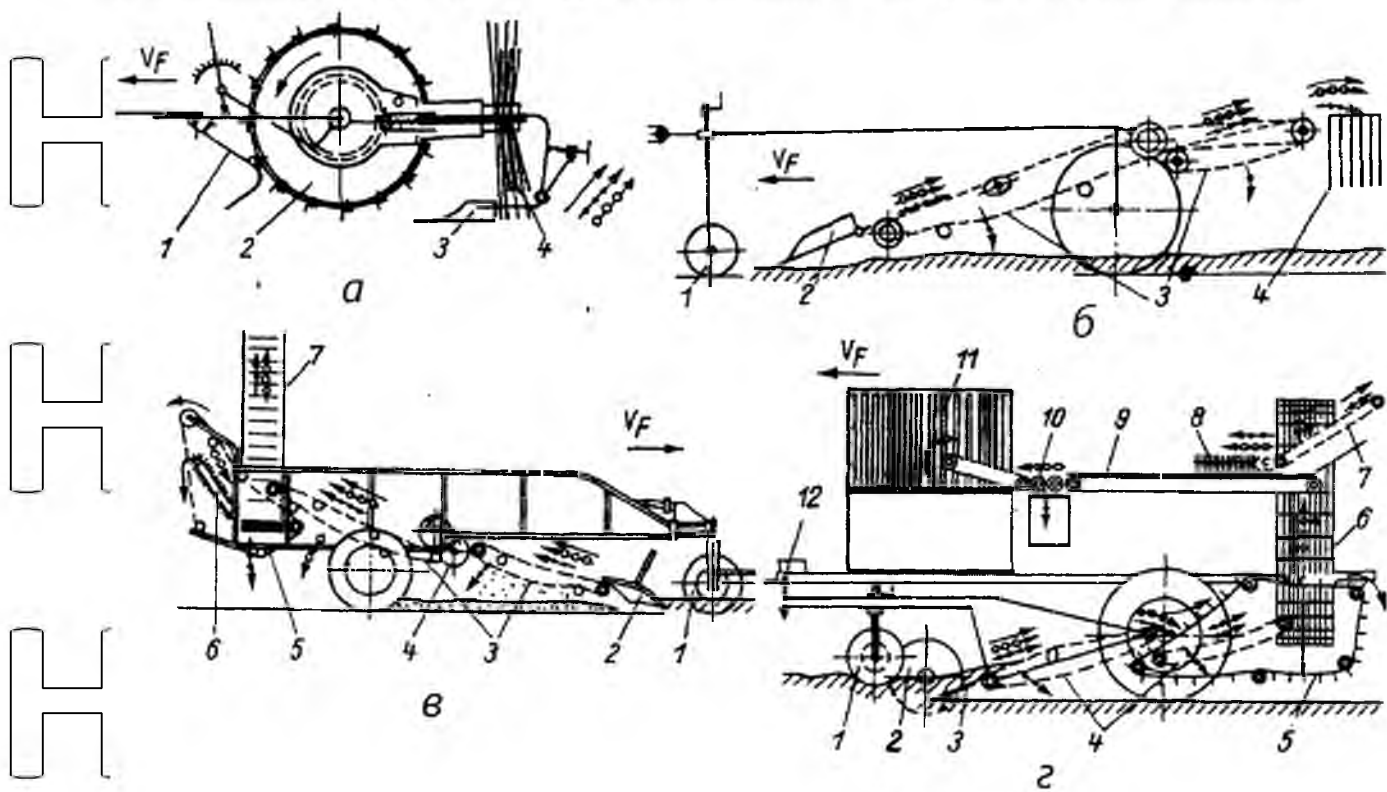


Рис. 1.2. Головні конструктивно-технологічні схеми картоплезбиральних машин: а – роторний картопляний копач; б – картопляний копач із прутковим елеватором; в – причіпний картоплезбиральний комбайн; г – самсхідний буркерний картоплезбиральний комбайн з перебиральним столом

Коли рухається картопляний копач просівального типу (рис. 1.2, в, рис. 1.3) підкопувальні лемеші підкопують бульбосієну ділянку шару ґрунту з рядка з передчасним руйнуванням, підпущують його і просівають ґрунт за допомогою просівальних сепараторів, а бульби в ході цього транспортуються і складаються у валок на поверхню поля. Після цього процесу бульби з валка підбираються шляхом машин або вручну. Ефективну роботу навіть цей тип машин на малих площах. Затрати праці складають 70...140 люд.-год./га. Різновидом цього типу машин можна назвати також картопляні копачі-валкоутворювачі ще з одним формуванням одного валка із одного чи декількох рядків картоплі. Витрати праці знижуються майже вдвоє (до 50...65 люд.-год./га).



Рис. 1.3. Картоплекопач просівального типу

Картоплезбиральні комбайни (рис. 1.2, в, г, рис. 1.4) і картопляні копачі-завантажувачі (рис. 1.5) краще використовувати на полях з довгими гонами за нормальної вологості. Під час цього машиною здійснюються послідовно всі технологічні операції за один підхід. Завдяки цьому знижується кількість проходів машин і зникають затрати праці.

Картоплезбиральні машини також мають різні компоновальні схеми, що визначатиме також і сам рух технологічного матеріалу.



Рис. 1.4. Картоплезбиральний комбайн



Рис. 1.5. Картоплекопач-навантажувач

Дуже поширеним типом є прямоточна (найбільш придатною для картоплекопачів), Г- та П-подібні (має широке застосування на картоплезбиральних комбайнах) схеми.

Відповідно до способу агрегування з трактором картоплезбиральні машини поділяються на причіпними (картоплезбиральні комбайни) (рис. 1.6), напівпричіпними (картопляні копачі просвіваючого типу) (рис. 1.7), начипними (картопляні копалки і копачі роторного виду) (рис. 1.8) і самохідними (картоплезбиральні комбайни) (рис. 1.9). У великих спеціалізованих господарствах найбільше застосовується за комбайнового збирання картоплекопачі-навантажувачі та картоплезбиральні комбайни.



Рис. 1.6. Причіпний картоплекопач-навантажувач



Рис. 1.7. Напівначіпний картоплекопач



Рис. 1.8. Начіпний картоплекопач



Рис. 1.9. Самохідний картоплезбиральний комбайн

Картоплезбиральні комбайни і картопляні конвейерно-завантажувачі працюють з тракторами, що мають потужність двигуна 70..130 кВт. Самохідні картоплекопач-навантажувачі починають працювати, коли їх

двигуни мають потужність 180... 230 кВт, а самохідні комбайни – 180... 350 кВт.

Широкий діапазон визначає різну рядність машин.

Відповідно до кількості рядків, що збиратимуться машиною за один прохід, картоплезбиральні машини поділяють на одно-, дво-, три- і чотирирядні.

Більша рядність була доведена теорією та практикою як недоцільною, тому що це вимагає збільшення потреб в потужності.

Всі види картоплезбиральних машин можуть вироблятися однорядними.

Однак чотирирядними є самохідні картоплезбиральні комбайни. Багато виробників картоплезбиральних машин виробляють картопляні копачі

однорядними або дворядними, і напівпричіпні картоплезбиральні комбайни – однорядними, дворядними або трирядними.

Тому, збирання картоплі є достатньо складним науковим завданням.

Враховуючи особливості технології механізованого збирання можна виокремити три головних шляхи збирання картоплі:

1) збирання найбільш простими машинами – картопляними копачами в подальшому з ручним збиранням бульб;

2) збирання копачами-навантажувачами одночасно завантажуючи бульби картоплі в прицеп транспортного засобу в ході самого збирання;

3) збирання картоплезбиральними комбайнами із збиранням бульб в бункер.

Більш поширеними та перспективними вважають два останніх шляхи збирання, тому що при більш значній продуктивності і якості виконання вони потребують мінімальних затрат праці.

Використання копачів-навантажувачів слід використовувати при збиранні бульб з найменшим пошкодженням, які достатньо тривало зберігатимуться. Однак під час цього з'являється потреба перед зберіганням в ході післязбиральної обробки врожаю виконувати значно якісне очищення від ґрунтових і рослинних домішок.

1.2. Агротехнічні вимоги до механізованого збирання картоплі

Своєчасність та необхідна якість зібраного врожаю повинна повністю забезпечуватись механізованим процесом збирання бульб картоплі незалежно від марки збиральних машин.

Якісні показники роботи загалом мають дорівнювати агротехнічним вимогам для роботи операції, а саме [3, 13, 19, 21, 26, 30]:

- повнота зрізання бадилля картоплі повинна бути більше 80%. Тому що від якості видалення бадилля та проміжку час між вилученням картоплі і збиранням бульб буде залежати також рівень ушкодження бульб

сепарувальними органами для роботи, і також сама чистота. В ході процесу зрізання бадилля дозволяються решітки стлонів не більше 20 см,

- загальні втрати бульб повинні не бути більшими 3% загального врожаю бульб. Втрати бульб під час цього можуть бути на поверхні поля або в ґрунті;

- кількість домішок у воросі не повинен бути більшим 20%. Основним типами домішок під час цього бувають рослинні, каміння, ґрунтові, сипкого ґрунту і налиплого на бульбах;

- рівень ушкодження бульб повинен бути не більше 12%. Пошкодження бувають явними (розчавленими, порізаними) та прихованими, що з'являються через удар бульб по різним поверхням та починають виникати з часом. Допустима доля порізаних бульб повинна не бути більшою 1%;

- картоплесортувальні машин повинні надавати високе точне сортування бульб за рівня втрат не більше 0,5 % та ушкодження бульб не більше 5 %.

1.3. Технологічні властивості компонентів картопляного врожаю в період збирання

Картоплю вирощується із шириною міжряддя 70 см (популярна практика використання міжряддя 90 см) та відстанню між бульбами в рядку - 30 см. Завдяки цьому зберігається густина посадок до 50 тис./га (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Посадка картоплі

Врожай бульб забезпечує формування гнізд (рис. 1.11, рис. 1.12).

Основними параметрами гнізда картоплі є: найбільша глибина закладання нижньої бульби і найменша глибина закладання верхньої бульби і також ширина гнізда.



Рис. 1.11. Кущ картоплі



Рис. 1.12. Врожай куща картоплі

Значення даних характеристик вагомо залежить від характеристик сорту, ґрунтових умов, агротехніки вирощування [11, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 35, 36].

Рекомендовані для вирощування на території України велика кількість сортів має: глибина залягання верхньої бульби знаходиться в діапазоні від 2,0 до 10 см (4,7 – 5,3 см), найбільша глибина закладання нижньої бульби буває від 14 до 24 см (18,5 – 19,1 см), ширина куща вздовж рядка буває від 9,0 до 38,0 см (23,8 – 27,8 см), у поперечній направленості – буває від 7,0 до 31 см (18,5 – 22,5 см).

Картопляні бульби мають такі форми: круглі, еліпсоїдні, продовгуваті та неправильної форми (рис. 1.13, рис. 1.14). Розміри бульб розраховуються з їх довжини, ширини і товщини. Форма і розміри бульб є відповідними для певного сорту, однак також залежать від умов росту та розвитку агротехніки. Зі зростанням врожайності більшими будуть також бульби. При формуванні бульб неправильної форми значний вплив надає коливання температури.

Середнє значення маси бульби коливається від 40 – 100 г.

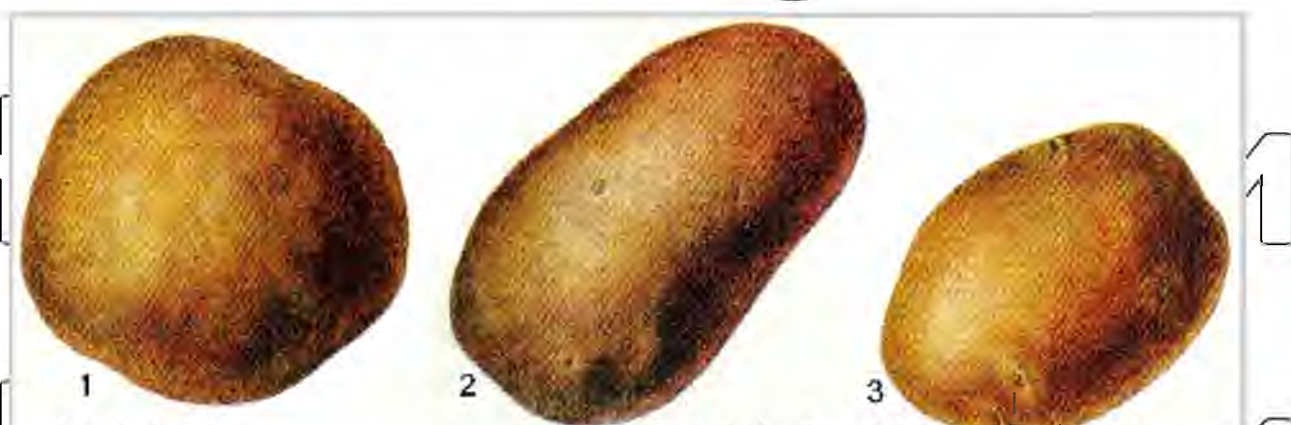
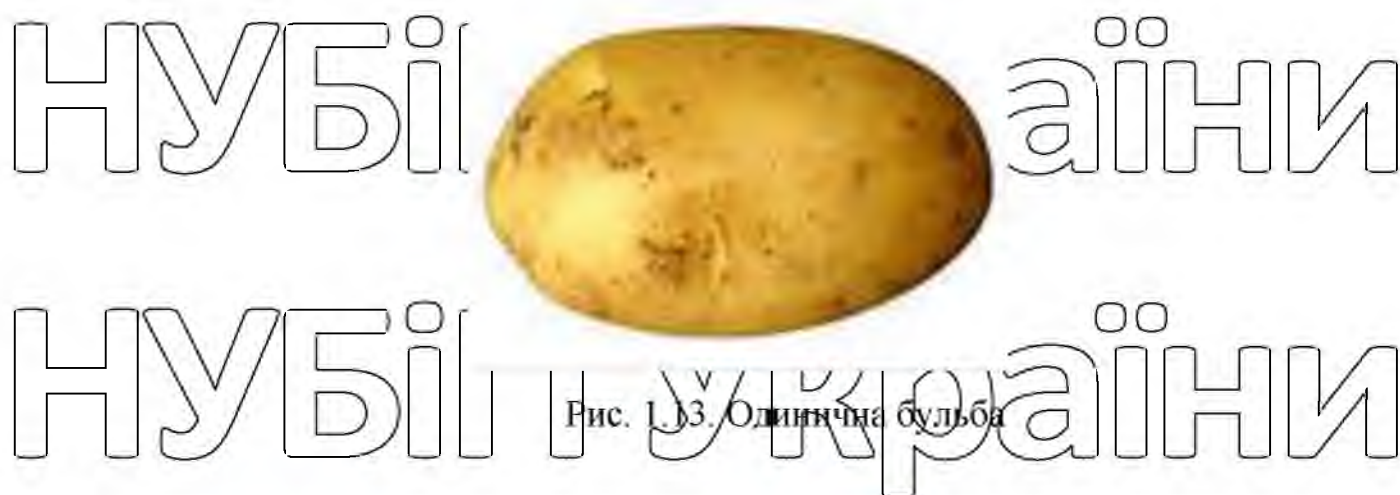


Рис. 1.14. Форми бульб картоплі: 1 – кругла, 2 – продовгувата, 3 – овальна

Стебла картоплі бувають довжиною від 53 до 92 см (можуть 10 см), діаметр в нижній частині - 9 – 13 мм кількість стебел у кущі - 3 – 10 шт., а їх врожайність 60 – 120 ц/га.

Значення об'ємної маси бульб картоплі складає 600 – 700 кг/м³ відповідно до їх розміру, та бадилля - 130 – 140 кг/м³ відповідно від вологості і щільності.

Для виокремлення бульб від бадилля потрібно докласти зусиль, в межах 3,5 до 12 Н. Шлях збирання бульб з допомогою їх брання за бадилля релевантне тільки для ранніх сортів. Під час збирання більш пізніх сортів вьяття картоплі за стебла реальне в ході попереднього підкопування кущів.

Пошкодження бульб картоплі може виникати під час стискання або удару. Під час дозрівання міцність бульб збільшується. На додаток до цього для зменшення рівняння ушкодження бульби виконуються і поки знаходяться на поверхні поля.

Також, характерною рисою є те, що більші бульби є міцнішими ніж дрібні. В свою чергу незламність має залежність від картопляного сорту, шляху докладання зусиль.

В ході розрахунків беруть до уваги, що за швидкості спільного удару бульб до 3 м/с ушкодження бульб не може бути, а при 10 м/с і більше – повна їх руйнація.

Бульбам більш притаманні є процеси тертя ковзання, кочення, перекидання.

Значно поширеними для бульб є параметри коефіцієнтів процесів тертя кочення бульби по бульбі 0,5 – 0,6, а ковзання — 0,8. Варіація коефіцієнтів процесів тертя та кочення є через різні форми бульб, а ковзання насамперед, їх вологістю.

Однак аналіз табличних значень коефіцієнтів тертя відображає, що ця характеристика для тертя кочення є меншою ніж для тертя ковзання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СЕПАРУВАЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

2.1. Основні види сепарувальних робочих органів картоплезбиральних машин

В ході забезпечення потрібної якості отриманого врожаю під час процесу механізованого збирання картоплі після підкопувальними робочими органами картоплезбиральних машин додаються робочі органи для сепарації, що означає очищення від сміття (передусім від ґрунтового) з подальшим його переміщенням транспортом [4,6,12,18,19,24,25,26,34,35,36,37,38].

Спираючись на дані, в підкопаному бульбоносному шарі ґрунту вміст бульб картоплі становить всього 3-5%, а решта 95-97% - сміття, а саме дрібний і грудкуватий ґрунт, каміння, маточні бульби та домішки від рослин.

Використання сепарувальних робочих органів дає змогу забезпечити потрібну якість картоплі, а саме згідно агровимог до картоплі в кінці технологічного шляху збирання потрібно отримати чисту картопляну масу, вміст домішок в якій може бути не більше ніж 3%. На додаток до цього, до додаткових втрат бульб під час зберігання впливає вміст домішок у зібраному врожаї картоплі.

Відповідно до типу домішок сепаратори бувають:

для сепарації сипучого ґрунту;

для виокремлення решток від рослин;

сепаратори за допомогою яких відбувається чистка від грудок та каміння.

Головними двома методами виокремлення домішок бувають:

1) дискретний (ручне перебирання);

2) поточний.

НУБІП України

За ручного перебирання можливо виправити роботу попередніх очищувальних пристроїв і забезпечити потрібну якість кінцевого відділення домішок від картоплі.

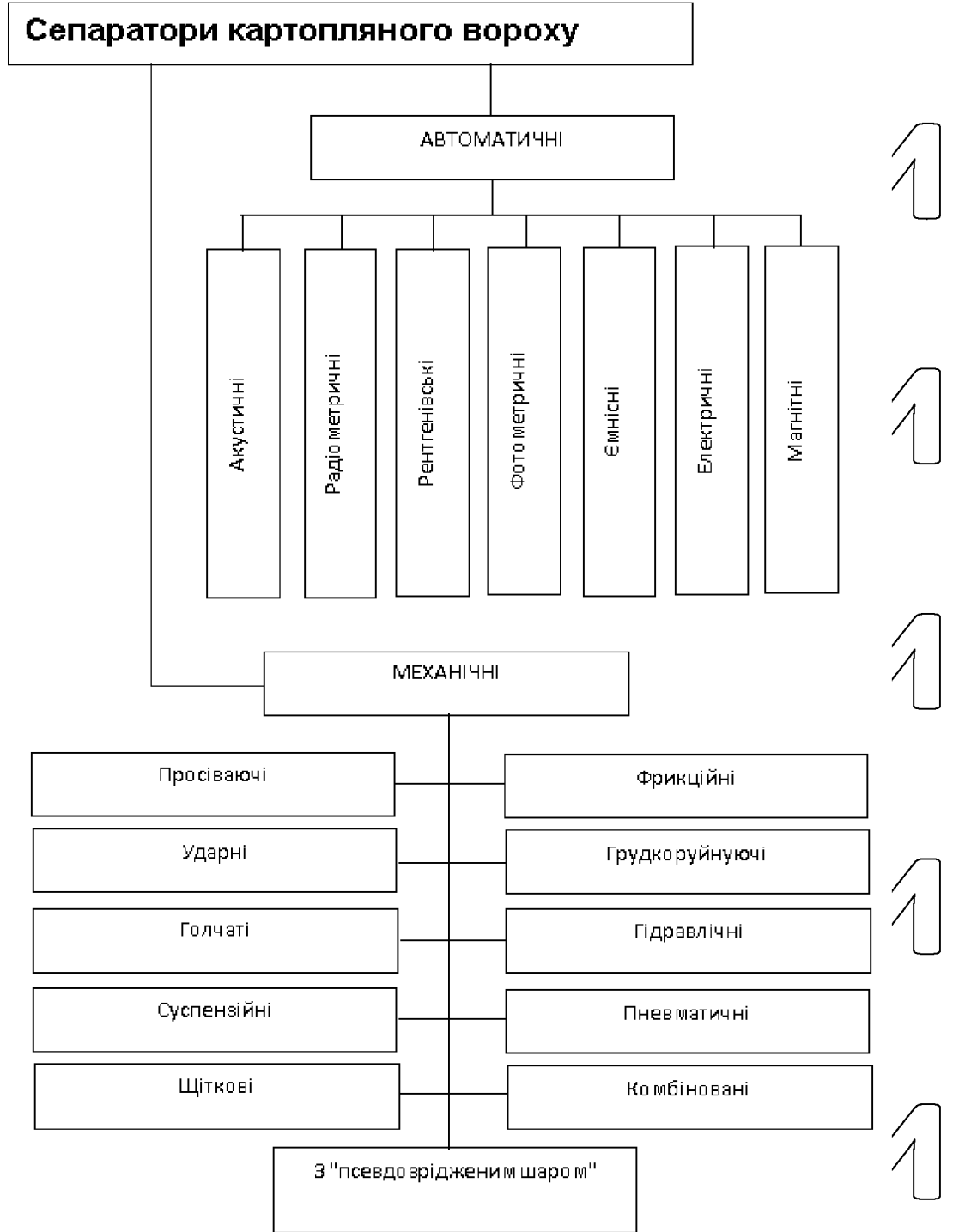
НУ

НУ

НУ

НУ

НУ



1

1

1

1

1

НУБІП України

Рис.2.1. Класифікація сепараторів картопляного вороху

Для здійснення ручного перебирання використовуються стрічкові, пруткові та роликіві транспортери, перевертаючі плоскі диски. Досить широко застосовується стрічковий стіл, на якому домішки від рослин, які здійснюють рух, не зачіплюються і не застрягають, відсутня небезпека пошкодження пальців робітників, знижується навантаження на органи зору працівників. Однак значним мінусом при цьому, потрібно зазначити, є різке збільшення затрат праці на виготовлення одиниці продукції.

Поточний тип сепарації (рис. 2.1) буває:

- механічне відокремлення ;
- автоматичне відокремлення.

Під час автоматичного відокремлення домішок притаманним є поштучний контроль кожного тіла (це несе за собою обмеження продуктивності), існує потреба в додаткових дозаторах поштучної подачі, але в більшості випадків неіснує контакту між датчиком і тілом, що призводить до зниження контактного пошкодження бульб.

Відповідно до принципу відокремлення домішок автоматичні сепаратори поділяються на:

акустичні,

радіометричні і рентгенівські,

фотоселектричні,

радіохвильові,

фотометричні,

ємнісні,

сепаратори, що працюють в результаті різниці електропровідності і магнітної проникності тощо.

Автоматичні сепаратори розумно використовувати за стаціонарних умов роботи, а на рівень їх виконання достатньо мають вплив вологість середовища та елементів ворожу, вигляд поверхні бульби (забрудненість ґрунтом), вони вимагають поштучного подання і т.д. Значним стримуючим чинником щодо їх застосування є потреба в спеціально підготовлених працівниках для виконання

роботи та технологічного обслуговування та ремонту, а пристрої є достатньо складними і дорогими. В комбінації з механічними сепараторами слід використовувати автоматичні сепаратори для досягнення високої ефективності.

Простота конструкції і експлуатації притаманною є для механічного сепаратора.

В основі механічного виокремлення заляно принцип, що хоч один параметр елементів вороху має різницю (рис. 2.2)

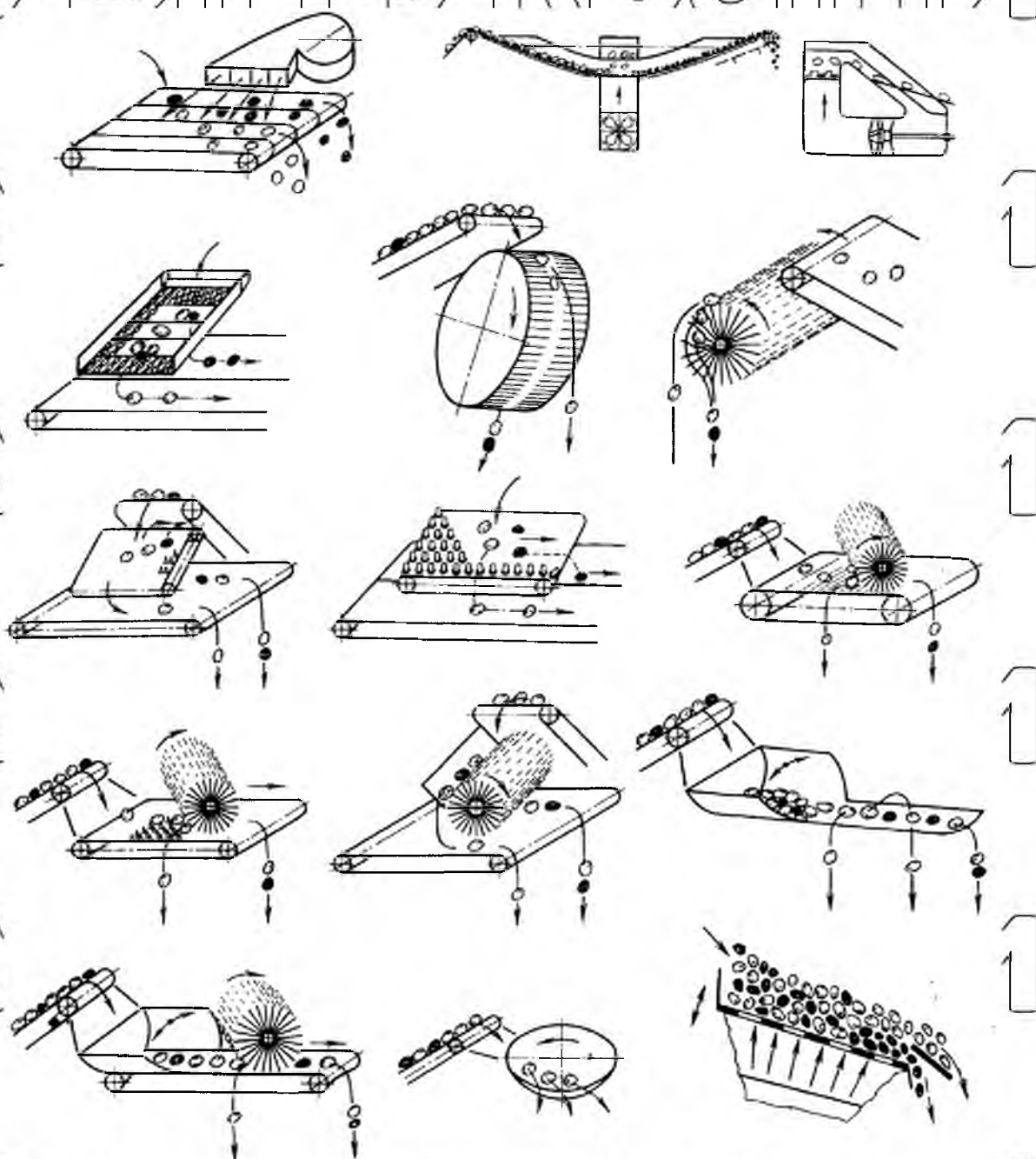


Рис. 2.2. Робочі органи для механічного виокремлення складових картопляного вороху

Одним із таких параметрів є питома вага складових вороху, маючи який можливо отримати найбільш якісний і повний процес відокремлення бульби картоплі від домішок (рис. 2.3).

До очисників, що працюють за принципом питомої ваги належать шіткові сепаратори, в суспензії, "киплячій" частині піску або дрібного ґрунту, густини, що може змінюватись і гранульованого виду, в "киплячій" частині з продувом пульсуючим повітряною хвилею (рис. 2.4). Робота даних сепараторів дає змогу досягти чистоту бульб картоплі до 92-97%. Однак через ряд причин, їх найбільш доцільно використовувати на стаціонарних пристроях.

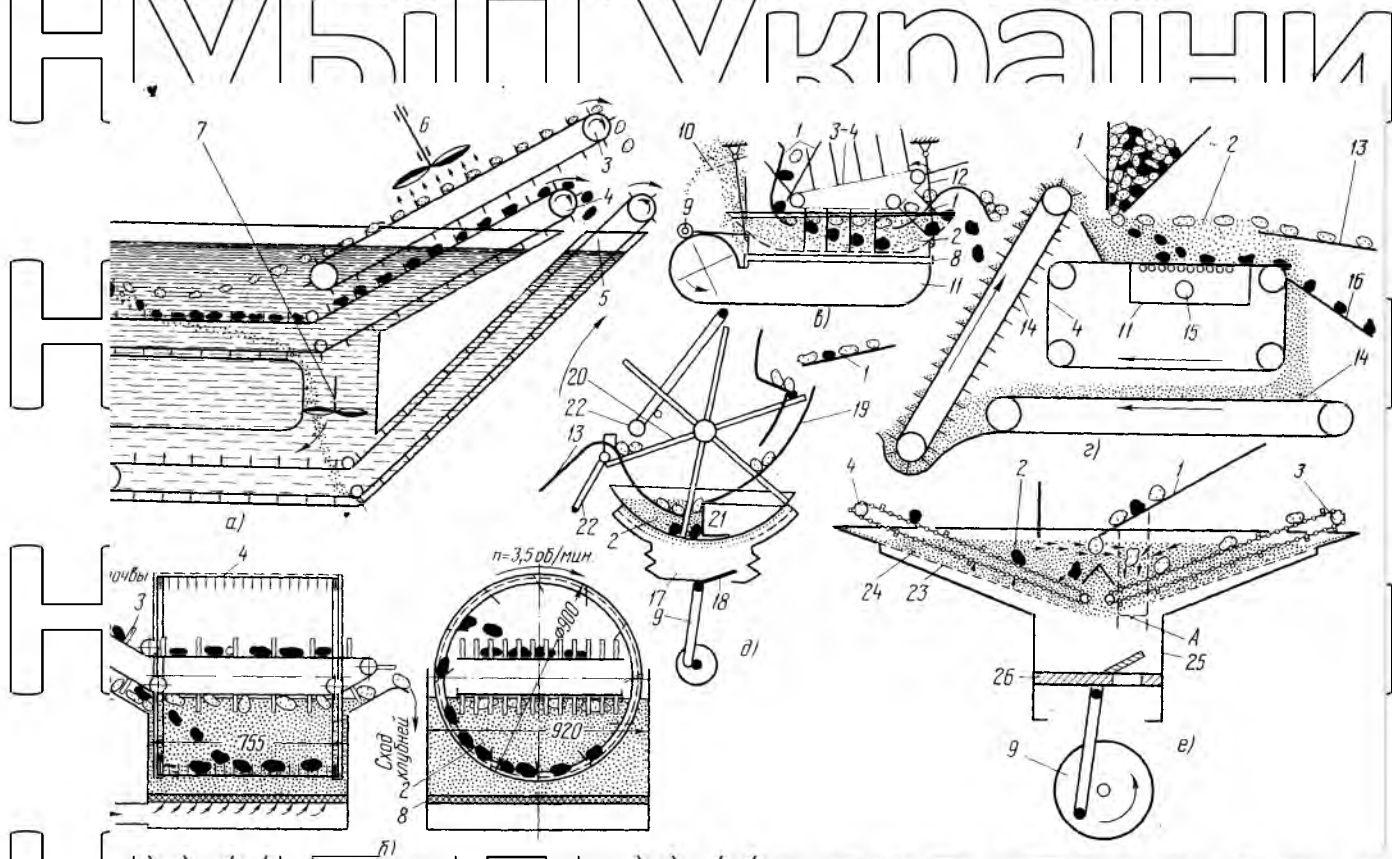


Рис. 2.3. Сепарувальні робочі органи для картопляного вороху основані на питомій вазі

За принципом пружності працюють сепаратори під виглядом відбивного стержня або сфери. Це дає змогу виокремити до 90,5% бульб картоплі, приблизно 100% ґрунтових грудок і до 70% каміння.

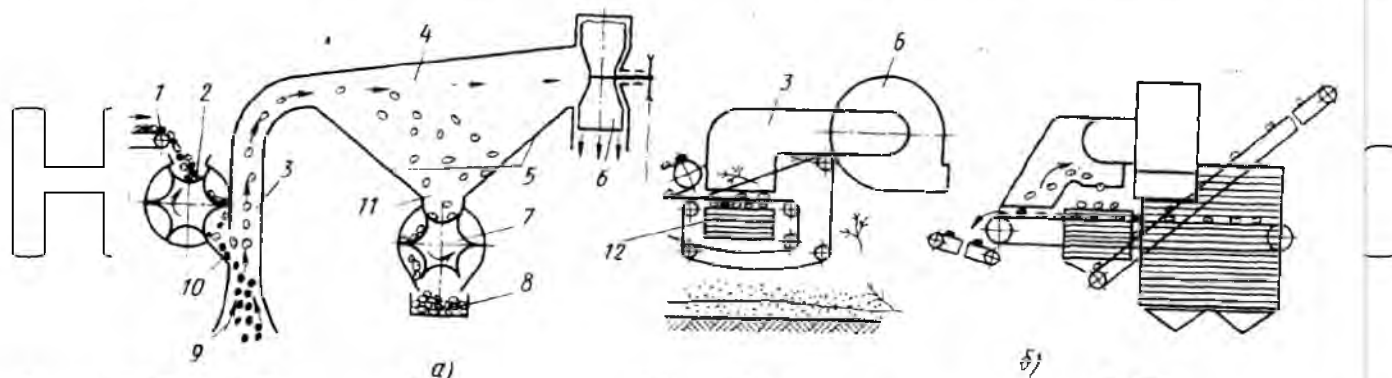


Рис. 24. Сепаратори картопляного вороку основані на аеродинамічних характеристиках

Сепаратори працюють за повноти виокремлення до 88-92% та за різниці твердості поверхні і сил сполучання з металевими голками пслчатого барабану чи голчатого транспортера (рис. 25), однак під час цього бульби пошкоджуються, що надалі створює умови до швидкого їх загнивання, а тому їх використання для тривалого зберігання є непридатним.

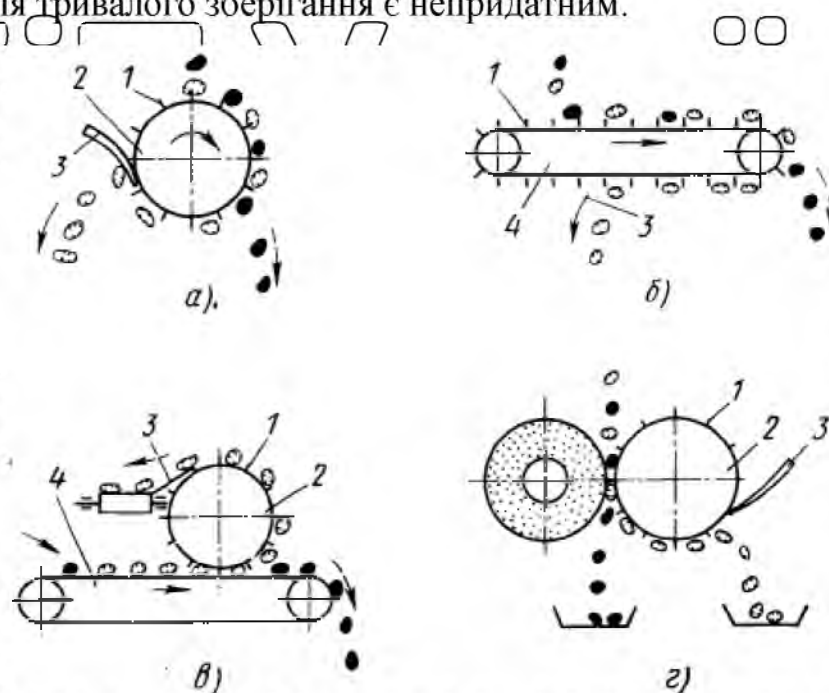


Рис. 2.5. Сепаратори картопляного вороху на основі різниці твердості поверхонь

Сепарація за фрикційними властивостями набула найбільшого поширення між виносної сепарації. В таких очисниках відокремлення компонентів здійснюється на основі різниці їх коефіцієнтів тертя. До їх переваг належить передусім майже не пошкодження бульб

До основних типів фрикційних сепараторів належать поздовжня і поперечна гірки, фрикційний барабан, скочуючий лоток (рис. 2.6).

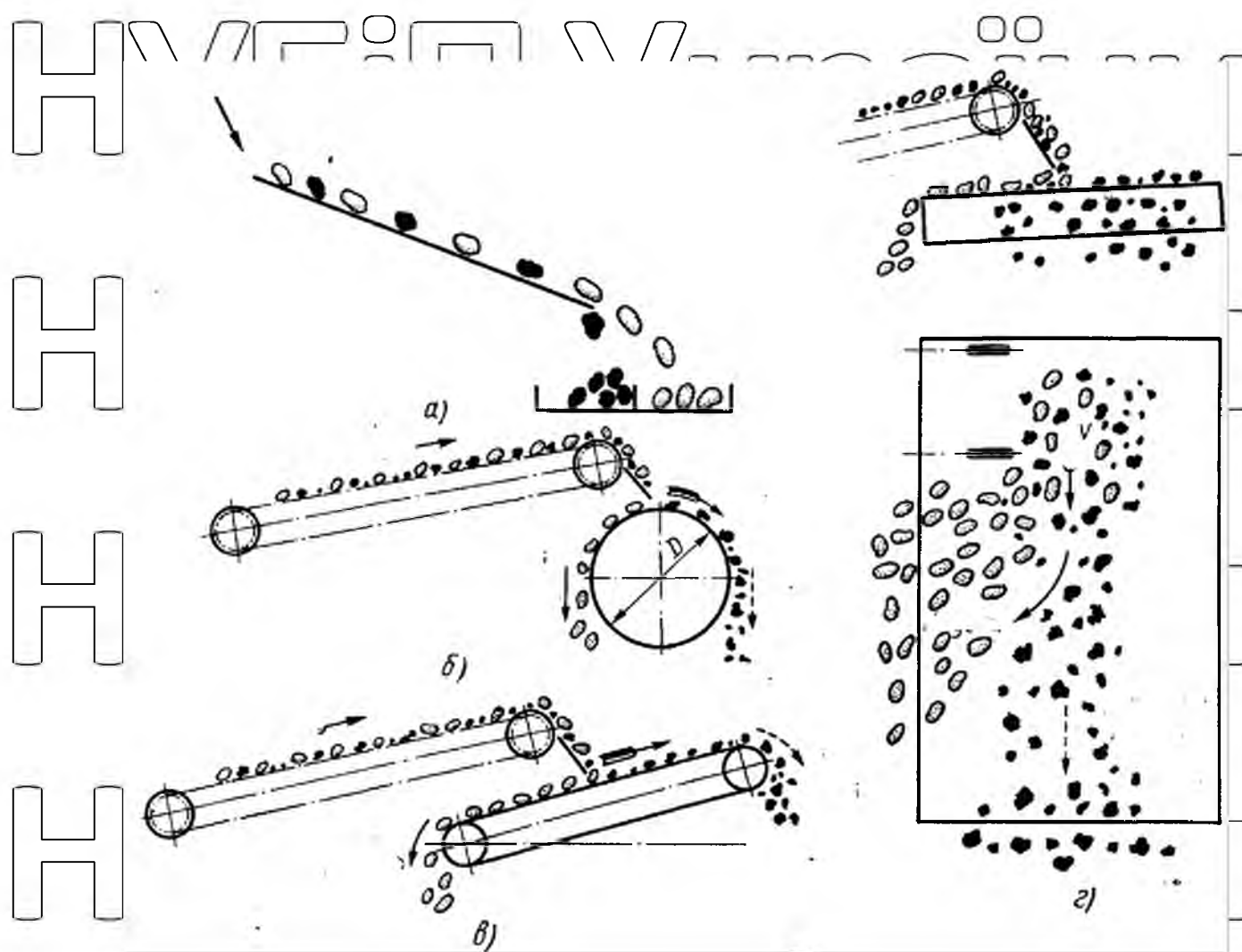


Рис. 2.6. Фрикційні сепаратори картопляного вороху:
 а - скочувальний лоток; б - фрикційний барабан; в - поздовжня гірка;
 г - поперечна гірка

Під час цього, раціональним кутом нахилу робочого органу до горизонту є $15-22^{\circ}$. За більшого вмісті грудок – раціонально вводити в дію робочий орган під кутом $20-30^{\circ}$.

При застосуванні поздовжньої гірки розділені фракції рухаються вздовж поступального руху стрічкового транспортеру. Доцільним кутом нахилання гірки є 19° та швидкість полотна $0,5-0,6$ м/с. За збільшення кута нахилу і подачі сепарувальна здатність сепаратора стає гіршою (значна кількість домішок утримується в воросі), а при збільшенні швидкості зростає винос бульб разом з домішками, а це вимагає додаткових затрат ручної праці для їх вилучення з вороху. На поперечних гірках спочатку опускаються бульби та круглі домішки. Варто тут мати на увазі, що одна з секцій переміщається поперек вороху. Рештки від рослин та грудки невідповідної форми (їх більша кількість) виносяться за межі робочої зони.

Пальчаста гірка є однією з типів фрикційних сепараторів. Напрямок руху полотна гірки протилежний напрямку технологічного процесу. Однак якість роботи даних сепараторів істотно погіршується при збільшенні вологості подаючого матеріалу.

Сепаруючий конус, виокремлення домішок в якому здійснюється з допомогою різних показників коефіцієнтів процесів тертя качення і тертя ковзання є також відомим типом. Граничний кут тертя качення досягається зміною частоти обертання конуса. Ворох розділяють на два напрямки: бульби і домішки. Помилково виокремленні бульби можуть мати плоску або сильно витягнуту форму. Під час цього отримані результати відображають, що показник ефективності набуває значення $0,4-0,5$, а затрати робочого часу, що притаманні для ручного перебирання, зменшуються на $40-50\%$.

Фрикційний сепаратор як окремий робочий орган під час роботи в мобільному збиральному агрегаті свою ефективність показує не завжди, однак може бути ефективно використаний перед кінцевим етапом очистки. До значних недоліків можна включити мінімальний рівень виконання, та за вологості

вороху 25-27,5% сепарація зовсім не здійснюється і важкого ґрунту, великих грудок і при частій кількості рослинних домішок.

При використанні барабанних сепараторів (рис. 2.7) робота виконується в результаті звичної роботи барабанів, а їх активність на ворох можна змінити при зміні числа обертів барабана. Однак характеристики визначають такими, щоб усунути негативний вплив на бульби статичного завантаження.

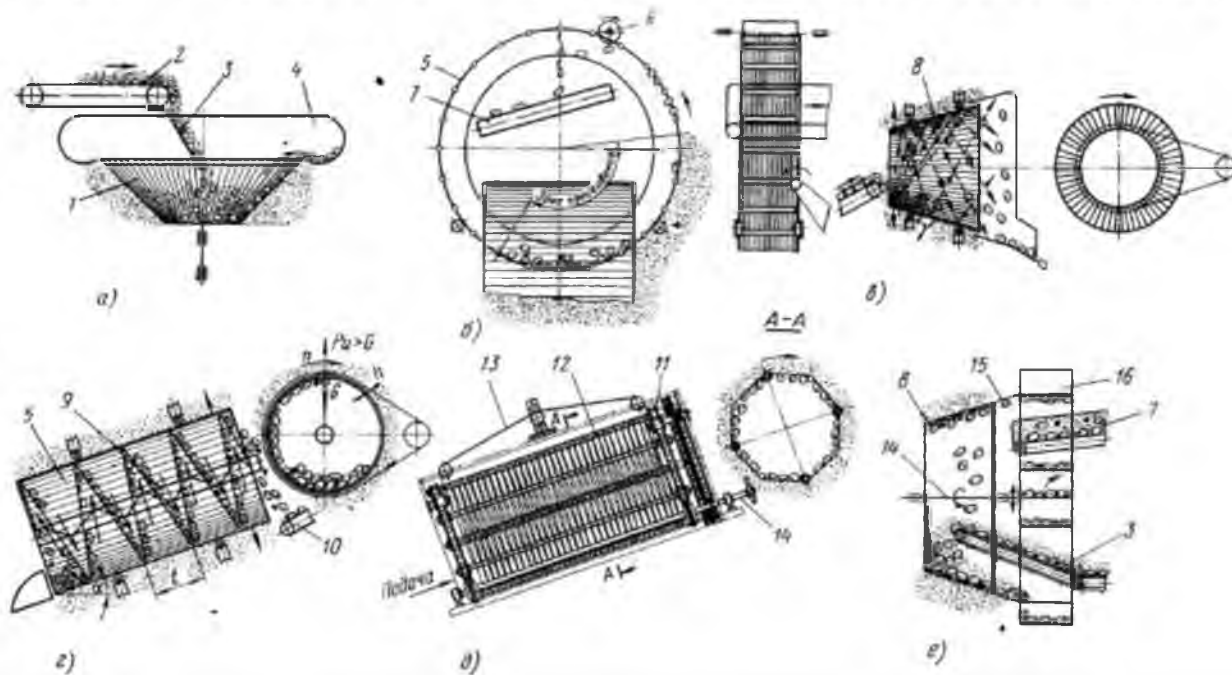


Рис. 2.7. Барабанні сепаратори картопляного вороху

У барабанних сепараторах, в яких мізерні домішки, які подолали верхню просіваючу поверхню, скупчуються в середині барабану, інтенсифікація процесу здобувається завдяки зростанню діаметру барабану та розташування прутків не паралельно вісі барабану, а під кутом до неї. Під час цього найбільший ефект можна досягнути за чергування напрямку нахилу. Задля виділення ґрунту, який накопичується в середині барабану, установлюють транспортуючі шнеки або прутки виробляють під виглядом вальців, які обертаються.

Для зростання осьової швидкості надавались варіанти замість спіральної навівки помістити скребковий транспортер. Під час цього відцентрове прискорення малобути більш ніж прискорення вільного падіння. Під час цього

маса вороху усередині барабана стартує рух разом з ним. Коли частина остачі здійснюється до третього квадранта і бачиться із скребками транспортера поздовжнього переміщення маси. В результаті нестачі відносного переміщення на значних швидкостях маса створює "товстостінний циліндр".

Простотою конструкції є поширеними сепаратори картопляного вороху просіваючого виду (рис. 2.8, рис. 2.9). Просівання можливе за умови, коли розмір просіваючої частинки менший ніж розмір зазорів сепаруючих органів для роботи. Руїнація частини ґрунту та грудок ґрунту на дрібніші частини проходить добре на ґрунтах, що мають доцільну вологість, передусім на піщаних та супіщаних ґрунтах.

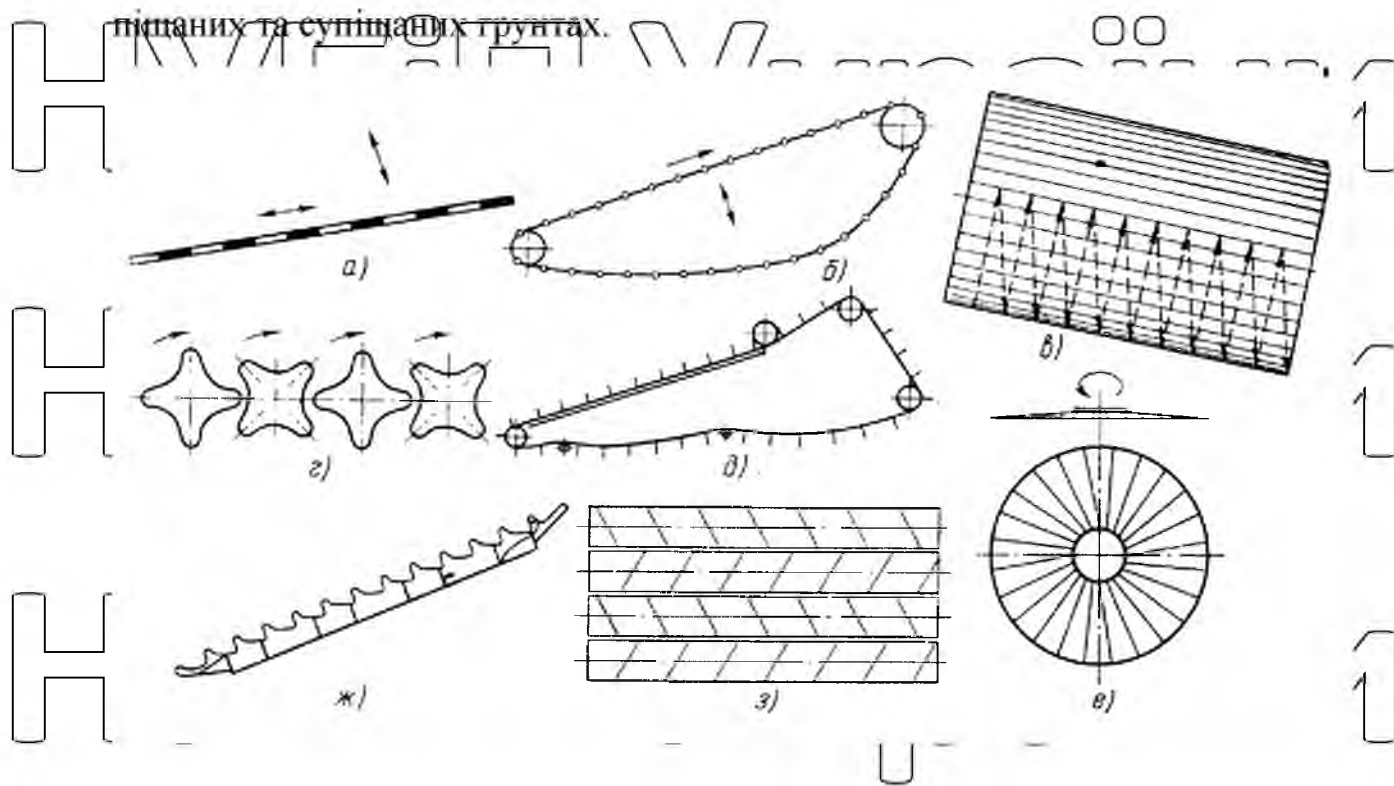


Рис. 2.8. Сепаратори картопляного вороху просіваючого типу:

а, ж – коливні грохоти; б, д – прутковий елеватор; в – барабанний грохот; г – ротатійний очисник; з – шнековий очисник; е – ротарний очисник

Більш за все використовуваними сепаратором просіваючого виду є прутковий сепаратор (рис. 2.10), що формується із двох ведучих ланцюгів, між якими знаходяться прутки. Вказаний вид сепараторів є поширеним за простотою конструкції, так за можливістю транспортувати ворох під максимальним кутом

до горизонту в 25° . Вони чудово виконують свої функції на легких та середніх ґрунтах за помірної їх вологості.

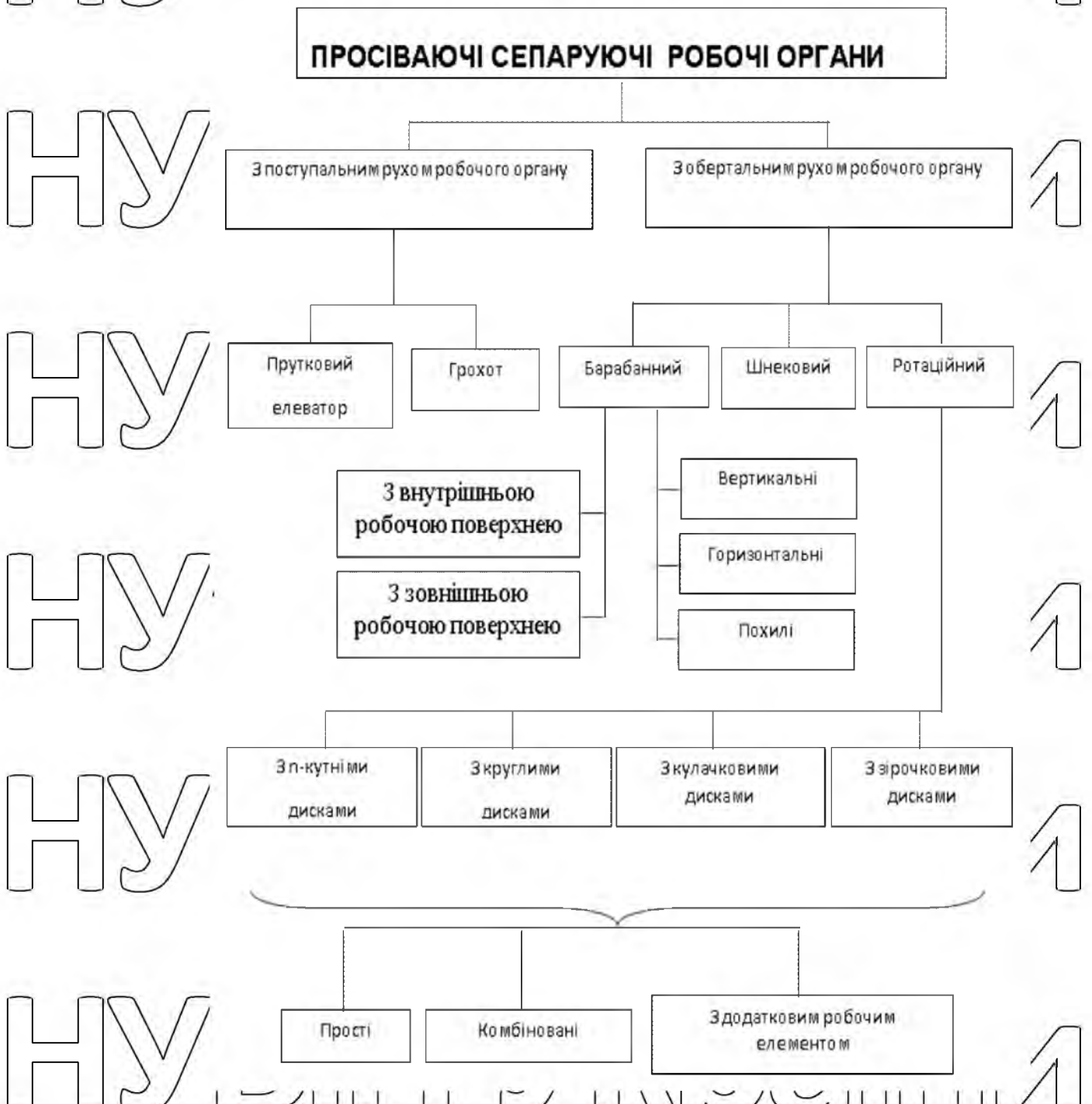


Рис. 2.9. Класифікація сепараторів картопляного вороху просіювального типу

Зменшення ефективності сепарації за підвищеної вологості ґрунту (більше 25%) здійснюється через зростання липкості ґрунту до робочих органів, яка в

значній мірі має залежність від вологості ґрунту, а на ґрунтах з зменшеною вологістю (до 15%) – зростання щільності грудок. Сепарація ґрунту зростає із зростанням його щільності. Зростання швидкості пруткового елеватора має різний вплив на сепарацію ґрунту за різного рівня вологості. Сепарація вологого ґрунту (28-29%) безупинно збільшується із зростанням швидкості пруткового елеватора. Але швидкість можливо підвищити до деякої межі, після якої сепарація зовсім зупиняється. Так при вологості ґрунту 15-23% збільшується ефективність сепарації за збільшення лінійної швидкості транспортера до 2,3 м/с. Збільшення сепарацій зупиняється і замінюється зниженням коли досягається швидкість 2,3 м/с.

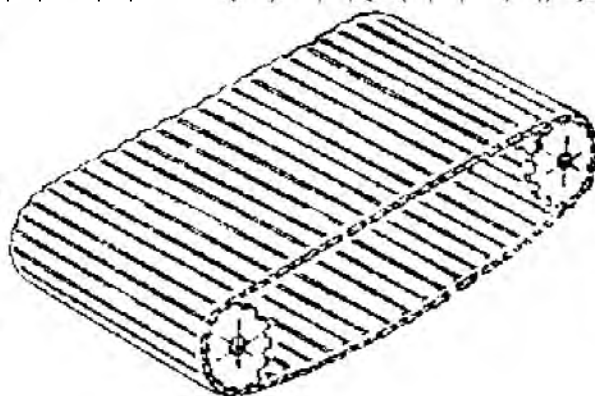


Рис. 2.10. Пругковий елеватор

Але такий робочий орган має деякі недоліки, такі як низька його зносостійкість, тому що шарнірні сполучення транспортера виконують роботу в зоні абразивної дії ґрунту. Полотна перестають працювати після кожних 25-30 га зібраної площі.

За сухих умов не завжди можна зруйнувати міцні грудки, тому що для цього потрібні великі зусилля, а їх використання може призвести до істотного пошкодження бульб. Підвищити зусилля можна за допомогою зростання швидкості руху елеватора, однак не саме і підвищує зношення ланок пруткового елеватора та значні втрати потужності. Найбільше зазнають шкоди бульби

картоплі за удару по металевій прутковій решітці за падіння бульб з висоти 0,25 м. Властивість руйнації ґрунту зростає із прискоренням швидкості удару та відповідно від вологості ґрунту. Грудки важкого суглинка за вологості приблизно 20% до кінця ушкоджуються за швидкості удару 4,43 м/с, а середній суглинок при вологості ґрунту 3,92% - 7 м/с. За допустимої швидкості удару 2,21 м/с може бути пошкоджено до 30% грудок, а за швидкості 3,13 м/с - до 40%. Якість значно зростає за попередньої розрихленості ґрунтової маси.

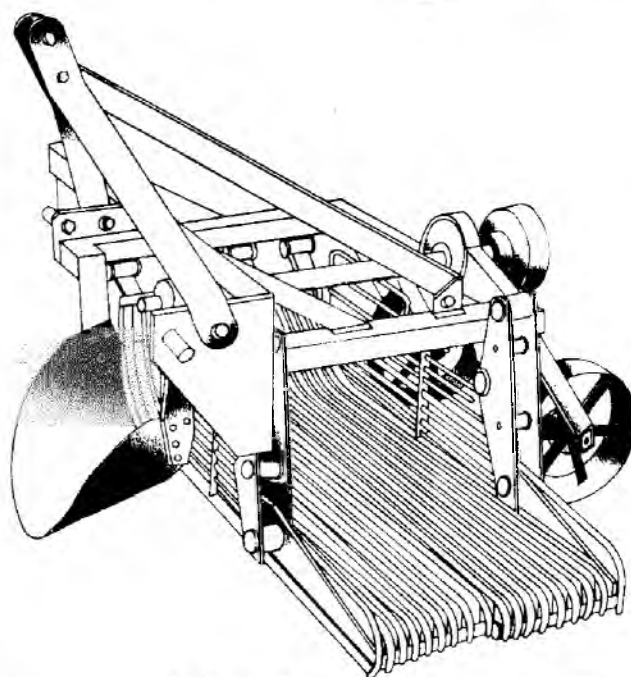


Рис. 2.11. Картоплекопач із коливаючим грохотом

Одним з типів просіваючих робочих органів є коливаючі грохоти (рис. 2.11). Під час цього ворох піддається інтенсивному відносному переміщенню. Завдяки зміні амплітудно-частотних параметрів сепаруючої поверхні досягається активізація маси. Швидкість даного переміщення значно залежить від частоти обертання кривошипа і його радіусу. При зростанні кутової швидкості перевертання кривошипа до $45-50 \text{ с}^{-1}$ можна здобути збільшення якісних параметрів сепарації. Коливаючий грохот є простим за конструкцією, має зразкові експлуатаційні показники, немає деталей, яким притаманне швидке

зношення. Однак за підвищенні подачі значно зменшується сепаруюча здатність цього сепаратора.

В заміну віброуючій площині (поверхні коливаючого грохота) використовували вібраційні грохоти, де просівання переходить повз щілини сита. Цей сепаратор має довший строк використання, більш ефективний ніж

коливаючий грохот, тому що має круговий рух і за рівних прискореннях частинок вороху значну кількість спроб має контакт з просіваючою поверхнею, однак під час цього дещо гірше транспортує вагу вороху до гори, тому що ця

маса проходять решето з невеликою швидкістю. Під час роботи сепаратора на

вологих ґрунтах і при умовах значної забур'яненості робоча поверхня забивається вологим ґрунтом та рештками від рослин.

Робота барабанних грохотів поширена своєю відсутністю незрівноважених сил, простотою конструкції і надійністю. Основною сепаруючою поверхнею

даних сепараторів є барабан, що зроблений з прутків, іноді прогумованих.

Барабанні грохоти поділяються на з внутрішнім шнеком задля пересування в середині маси або без нього, з нахилом у напрямку руху, з комірками для підняття маси. Конструктивно барабанні сепаратори поділяють на циліндричні,

конічні, комбіновані. Основним параметром для відбору кінематичних

характеристик даних органів для роботи є те, щоб обсяг підіймався на невелику висоту (до 25 см), тому що за падіння та удару по прутках картопляні бульби будуть ушкоджуватися. Проте основною негативною рисою вказаного

сепаратора є те, що за виконання функцій на вологому ґрунті, як і на прутковому елеваторі, просвіти між прутками барабанів забиваються ґрунтом у зв'язку з чим сепарація істотно погіршується.

Дані робочі органи ефективно виконують роботу на легких і середніх ґрунтах оптимальної вологості. Однак за перевищення оптимального показника вологості вони стають менш ефективними.

У барабанно-шнекового сепаратора, що виконує роботу завдяки одночасній дії відцентрової сили та просівання ґрунту, підкопана маса подається в барабан сепаратора та транспортується на вихід шнеком, що розташований

всередині барабана. Завдяки дії відцентрової сили ворох просувається до стінки барабану, а невеличкі ґрунтові домішки просіюються під час цього крізь просвіти в циліндричній поверхні барабану. Бульби картоплі проходять в протилежному боці барабану. Цей робочий орган дає змогу сепарувати як пластичну, так і тверду масу ґрунту. Однак він має значний недолік: бульби картоплі пошкоджуються за одночасної дії шнека і барабану.

Дають змогу надати високі показники якості роботи ротаційні сепаратори (рис. 2.12), що виробляються під виглядом батарей дисків, які розташовуються на валах. Вали під час цього обертаються в одному напрямку. Диски виробляють круглими, у вигляді багатогранника, зірочки, кулачка. Замість самих дисків також розташовують циліндричні гладкі або рифлені труби. При установленні на картоплезбиральні машини батареї поміщають так, щоб диски покривались по середині просвіту. Таким чином зчищається ґрунт у міждисковому просторі.

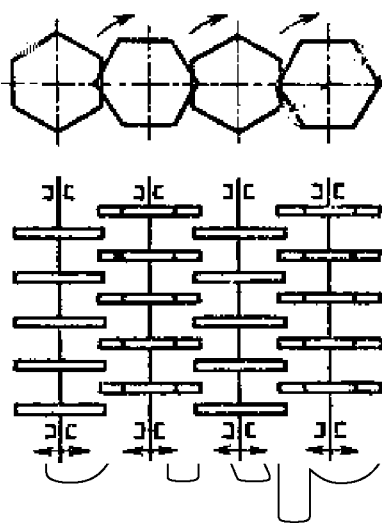


Рис. 2.12. Ротаційний сепаратор

Допустимими режимами роботи, під час яких чистота картопляного вороху набуває максимального показника, а пошкодження бульб — мінімальне, потрібно враховувати кут нахилу батарей до горизонту 12° , а кутова швидкість перевертання $18,5 \text{ с}^{-1}$.

Якщо диски вироблені під виглядом багатогранника, то для покращення ефективності роботи було надано інформацію щодо того, щоб розташовувати

диски ексцентрично із секційним їх установленням. В цьому випадку відношення швидкостей сусідніх валів радять приймати в межах 1,0-1,4. Однак при цьому слід сказати про дану істотну негативну рису вказаних робочих органів як намотування решток від рослин на вали ротаційних сепараторів.

Просівання дрібних домішок ефективно здійснюється на вальцевих очисниках, які поширеного використання набули в бурякозбиральних машинах. Просівання на вальцевих сепараторах достатньо інтенсивно здійснюється в їх передній частині. За подальшого протіканні процесу завдяки спільній роботі із спіральною навивкою очищається налиплий ґрунт з поверхні бульб, що дає змогу надалі просіяти.

Шнекові очисники мають різницю в простоті конструкції, у високій транспортуючій здатності, в задовільності якісними показниками сепарації від ґрунтових і рослинних решток. Однак за вологості вороху більше 24% поверхня шнеків забивається вологим ґрунтом, а це спричиняє суттєве зменшення якості сепарації.

Отже, здійснений аналіз показує необхідність використання в технологічній структурі картоплезбиральних комбайнів як органів для роботи просіваючої, так і виносної сепарації. Саме робочі органи виносної сепарації дають змогу досягнути оптимальної якості отриманого врожаю в мобільному збиральному процесі із використанням картоплезбиральних комбайнів.

2.2. Аналіз робочих органів виносної сепарації в технологічних схемах сучасних картоплезбиральних машин [1,6,7,24,27,28]

Найбільшої популярності та широкого використання в сучасних картоплярських господарствах мають картоплезбиральні машини німецької фірми Grimme.

В структурі однорядних картоплезбиральних комбайнів Grimme SE (75 і 140) (рис. 2.13, рис. 2.14) з ціллю інтенсифікації очищення бульб від домішок установлюють сепаруючі пристрої, що надають рівномірність потоку маси.

Задля попереднього очищення з відокремленням рештки баднля і дрібних домішок устанавлюють голчастий транспортер у послднанні з валками.



Рис. 2.13. Однорядний картоплезбиральний комбайн Grimme SE 75-20

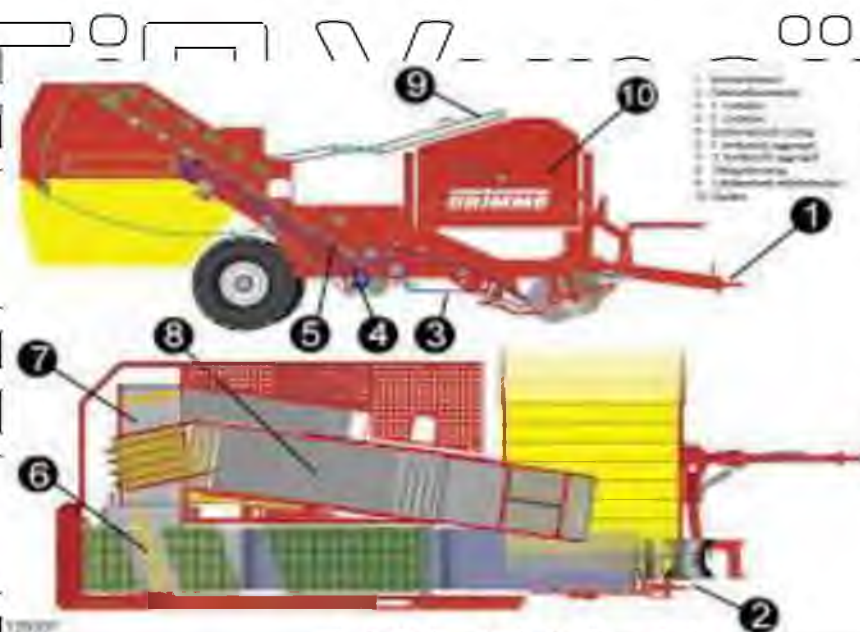


Рис. 2.14. Схема компоновочна однорядного картоплезбирального комбайна Grimme SE 140

Вальці необхідні для відокремлення частини домішок і мають можливість контролювати висоту над поверхнею. Для найбільш якісного процесу сепарації є можливість зміни кута нахилу пристрою.

Від першого очисника ворох переходить до другого. Другий сепаратор має кілька шляхів для роботи збиральної машини за різних умов для відділення грудок, каміння та залишків бадилля.

В картоплезбиральній машині можна установаити один з трьох типів сепаруючих пристроїв: 1) для полів з інакшими ґрунтами, за вмісту грудок і незначною наявністю каміння - сполучення пальчастої гірки з очисним валком; 2) для легких і середніх ґрунтів голчастого вальця та пластинчастого транспортера; 3) для важких ґрунтів - під виглядом пруткового транспортера.

Поєднання щіткового транспортера з розташованим транспортером для відведення домішок пропонується на полях з підвищеним вмістом каміння, а на легких ґрунтах за відсутності каміння і ґрунтових грудок варто використовувати очисний валець.

За наявності невеликих грудок, каміння, рослинних решток і дрібних бульб варто використовувати вальцевий пристрій із 3 або 5 вальців, відстань між якими може підлягати зміні безступінчасто в діапазоні 0-40 мм.

В дворядному комбайні Grimme SE-150/170 має різницю компоновання сепарувальних пристроїв і вдвічі збільшену ширину сепарувальних поверхонь.

Перший сепаратор з спареними вальцями та з кутовим розташуванням просівачого транспортера і дрібнопруткового транспортера для виокремлення бадилля.

Для покращення продуктивності на додаток встановлено голчастий транспортер із розміщеним над ним валками, і стіл для перебирання. Рештки бадилля і малі домішки відділяються спареними очищувальними валками і голчастими транспортерами.

Голчасті транспортери та валки вирихтовуються гідравлічно і безступінчаста та очищаються самостійно.

Другий сепаратор відповідно від умов роботи може мати різну реалізацію.

З поміж можливих варіантів його реалізації додаткове устанавлення голчастого транспортера з очисним валком та столу для перебирання, що змінює кут нахилу.

Щоб відокремити від бульб невеликі грудки, каміння, рештки і дрібні бульби установлюють пристрій із 3 або 5 валків.

У дворядному комбайні Grimme DR 1500-SM (рис. 2.12) під виглядом вторинного сепаратора задіяна гірка, кільцевий елеватор і валки з набором зірочок.



Рис. 2.15. Дворядний комбайн Grimme DR 1500-SM

Ефективна робота за різних видів ґрунтів досягається установлення гірки із розташсванням над нею гребінками під виглядом ряду пружних відбійників. Досягається ефективна робота на різних типах ґрунтів.

Це дасть змогу якісно виконувати роботу за вмісту у воросі невеликого бадилля, грудок та малого каміння, а також при умовах підвищеної вологості ґрунту.

Задля безперервної подачі маси ворох від гірки подається в кільцевий елеватор з допомогою підтримуючої стрічки.

Вторинна сепарація в комбайні TECTRON 410 (рис. 2.16) представлена під виглядом 5 пар валців із спіральними фрагментами з поліуретану або з гумовим покриттям задля ефективного очищення вороху від дрібного каміння, грудок

грунту і рослинних решток. Потім ворох транспортером переходить до першого голчастого транспортера для відокремлення бадилля і цінних домішок. В кінці ворох кільцевим елеватором подається до сепаратора для точної очистки та другого голчастого транспортера, що призводить до подання бульб в бункер ємністю 10 т.



Рис. 2.16. Комбайн TECTRON 410

Для простіших умов збирання картоплезбиральним комбайном TECTRON 415, під час якого бульби із сепаратора подаються відповідно в бункер ємністю до 15 т.

Доведено, що показані марки машин варто використовувати передусім за високої врожайності бульб.

В малих фермерських господарствах та у великих агрохолдингах, що спеціалізуються на картоплярстві використовуються різні марки картоплекопачі, що також виготовляються фірмою Grimme.

В картопляному копачі Grimme GT 170 (рис. 2.17), що розрахований передусім для роботи на полях з легко просівальними грунтами, вторинна сепарація виконується на сепараторі із зірчастими роликками. Сепаратор установлюється із трьох валків, на кожному з яких 6, 12 або 18 пальчикових

зірочок, з поєднанням з гладким сталевим вальцем з протилежним напрямком обертання.

НУБІП України

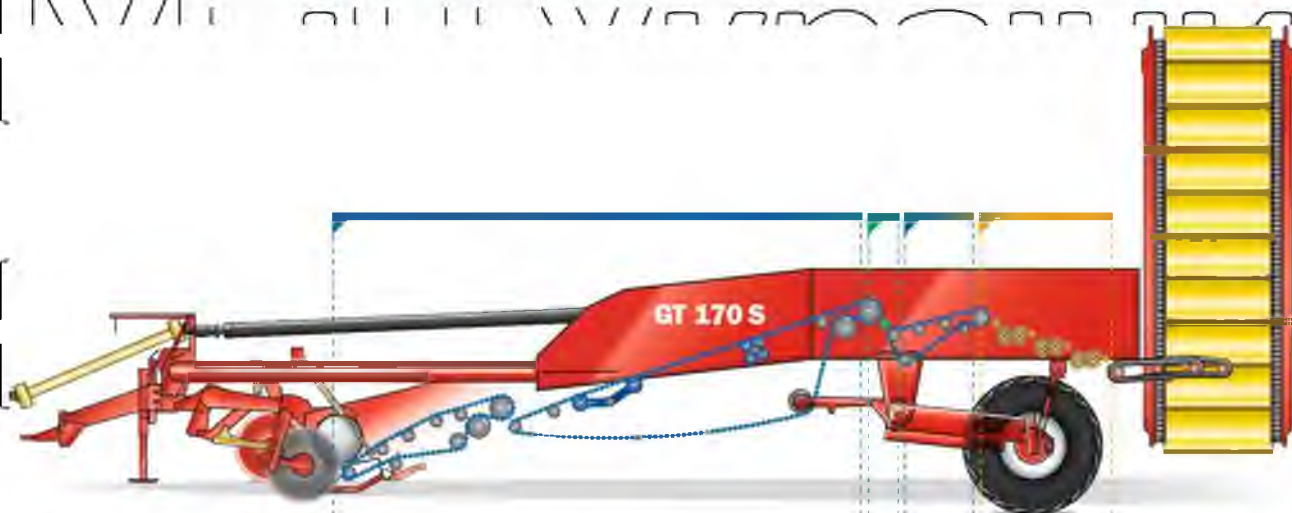
НУ



ІИ

НУ

Н



НУБІП України

Рис. 2.17. Картоплекопач-навантажувач Grimme GT 170

Дозволена і зміна сепаратора елеватором для невеликого бадилля і роликів

з механічним розподілом або поєднання рідкопруткового транспортера для відділення бадилля і решток від рослини та елеватора для невеликого бадилля.

Для ефективного відділення домішок за відсутності втрат будь-як на щільних і грудкуватих ґрунтах та за існування дрібного каміння використовують 5 пар вальців (один - зі спіральними сегментами з поліуретану та іншого - з гумовим покриттям).

НУБІП України

Валки зі спіралями з висотою навивки 8 мм застосовують в ході збирання картоплі із середніми та крупними бульбами картоплі та при рівні високій вологості, щоб досягнути ефективної роботи. Для збирання великих бульб картоплі при умовах високої вологості застосовуються висота навивки спіралей на вальцях яких складає 16 мм.

Різnobічність пристрою здобувається використанням вальців з 4-ма спіралями, а для достатньо складних умов збирання і на липких ґрунтах – сепаратор з роликками, що складається із 9 поздовжніх прогумованих пар валків (один спіральний і один гладкий) із перспективою регулювання швидкості, кута нахилу та дистанції між валками.

В трирядному картопляному копачі Grimme GT 300, причіпному чотирирядному картопляному копачі Grimme GV 3000 та самохідному чотирирядному картопляному копачі Grimme SF 3000 технологічний план схожий до Grimme GT 170 задля ефективного здійснення роботи при будь-яких умовах.

У дворядному картопляному копачі-валкоукладачі Grimme WR 200 з бічним чи центральним вкладанням бульб у вигляді валків застосовуються п'ять варіантів сепараторів (рис. 2.18). Найбільшого поширення набули два: 1) з одним елеватором для просіювання, відривним пристроєм, транспортером для бадилля і вкладанням картоплі посередині з шириною валка 50 см з транспортером з голками зі поворотним шляхом переміщення. Далі для підбирання валка застосовувати однорядний картоплезбиральний комбайн; 2) два елеватори з просіювачами, відривний пристрій та поперечний транспортер. Під час цього валок вкладається між наступними рядами. На додаток може бути встановлено також голчастий елеватор задля дрібного бадилля з розміщенням над ним гладеньким відбійним вальцем.

Задля ефективної роботи в причіпному дворядному картопляному копачі Grimme GVR1700 влаштовують вальці, які рухаються проти напрямку руху транспортеру для відокремлення дрібного бадилля і поперечним транспортером домішок, і розрахований для ефективного видалення бадилля.

З поміж відомих виробників картоплезбиральної техніки виділяємо фірму WM-Kartoffeltechnik.



Рис. 2.18. Дворядні картоплекопачі-валкоукладачі Grimme WR 200 з центральним або бічним укладанням бульб у валки

У схемі комбайнів WM 4500 і WM 6000 застосовували просіювальні елеватори, голчасті транспортери і транспортери для видалення бадилля (рис. 2.19).

Поздовжній голчастий транспортер зі спареними вальцями надають змогу для попереднього відокремлення домішок. Прутки поздовжнього і поперечного голчастих транспортерів утворюють V-подібний профіль для високоякісного відділення домішок і самоочищення.



Рис. 2.19 Комбайн WM 4500 WM-Kartoffeltechnik

Більше того влаштовують транспортер задля виокремлення домішок, подвоєний повертаючий пальцевий гребінь з 4 рядами пальців. За роботи на кам'янистих трунгах натомість пальцевого гребеня влаштовують щітковий транспортер. Відділення каміння виконується 6-рядним щітковим транспортером.

При продажу сільськогосподарської техніки наявний попит на картоплезбиральний комбайн AVR 220-BK Variant (рис. 2.20). В комбайні спершу маса потрапляє на першу гірку з активним валком, що відбиває, далі ковшовим транспортером подається на другу гірку, щоб очистити бульби від невеликих домішок. Потім бульби подаються на стіл для перебирання та в бункер.

Схожі умови роботи в конструктивних планах машин можна знайти в одно- і дворядних комбайнах фірми KORA (рис. 2.21).

Виходячи із здійсненого аналізу можна сказати, що основним сепарувальним робочим органом вторинної сепарації в більшості сучасних картоплезбиральних машин є похила пальчаста гірка, яка використовується як самостійно, так і у поєднанні із додатковими пристроями, що слугуватиме зростанню її ефективності роботи.

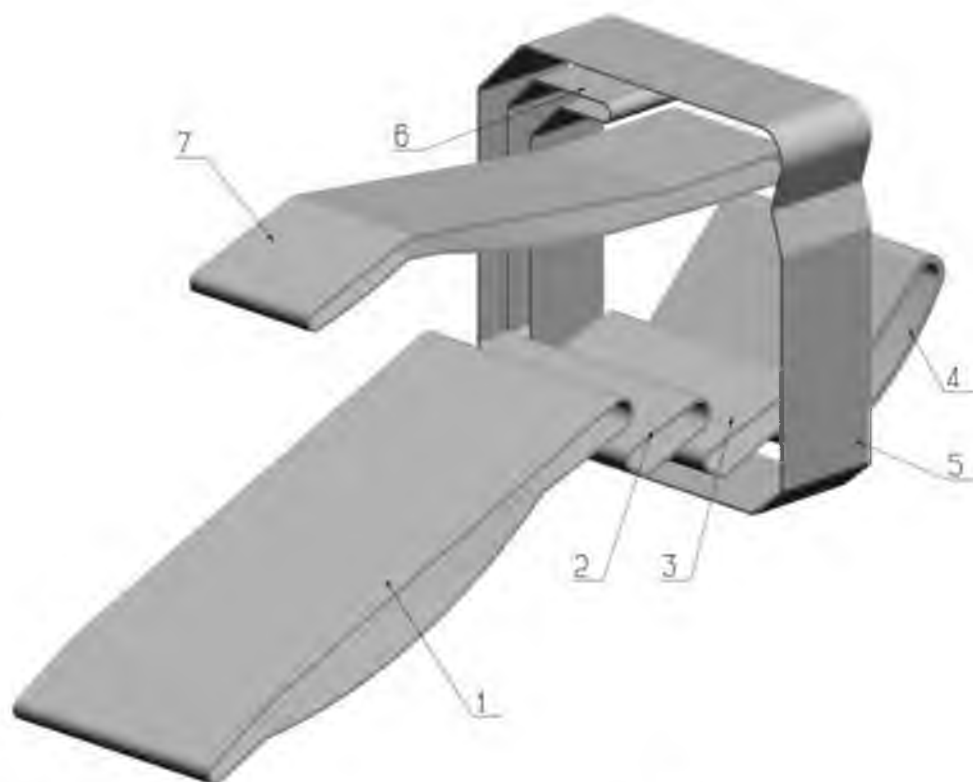


Рис. 2.20. Загальний вигляд і схема системи сепарації картоплезбирального комбайна AVR 220 BK Variant



Рис. 2.21. Дворядний комбайн фірми ROPA

2.3. Аналіз конструктивних особливостей і параметрів сепаруючих гірок широкого використання в конструктивних планах картоплезбиральних машин у ролі сепараторів вторинної сепарації прийняли пальчасті похилі гірки (рис. 2.22) [4,6,7,8,12,15,24,26,35,36].

Загалом гірки мають просту будову, прості і надійні під час роботи. На противагу відомим автоматичним пристроям вони не вимагають попередньої підготовки.

Як ми знаємо, похилі гірки виконують роботу по різниці форми і характеристик поверхні частинок вороху (тобто, бульб картоплі, ґрунтових грудок, решток від рослин, каміння тощо). Численними дослідженнями

доведено, що часто вказані складові вороху перекриваються і високу якість виділення складових вороху за цього випадку складно досягнути.

Однак гірки найефективніше виконують роботу при виділенні бульби рослинних решток і ґрунтових грудок.

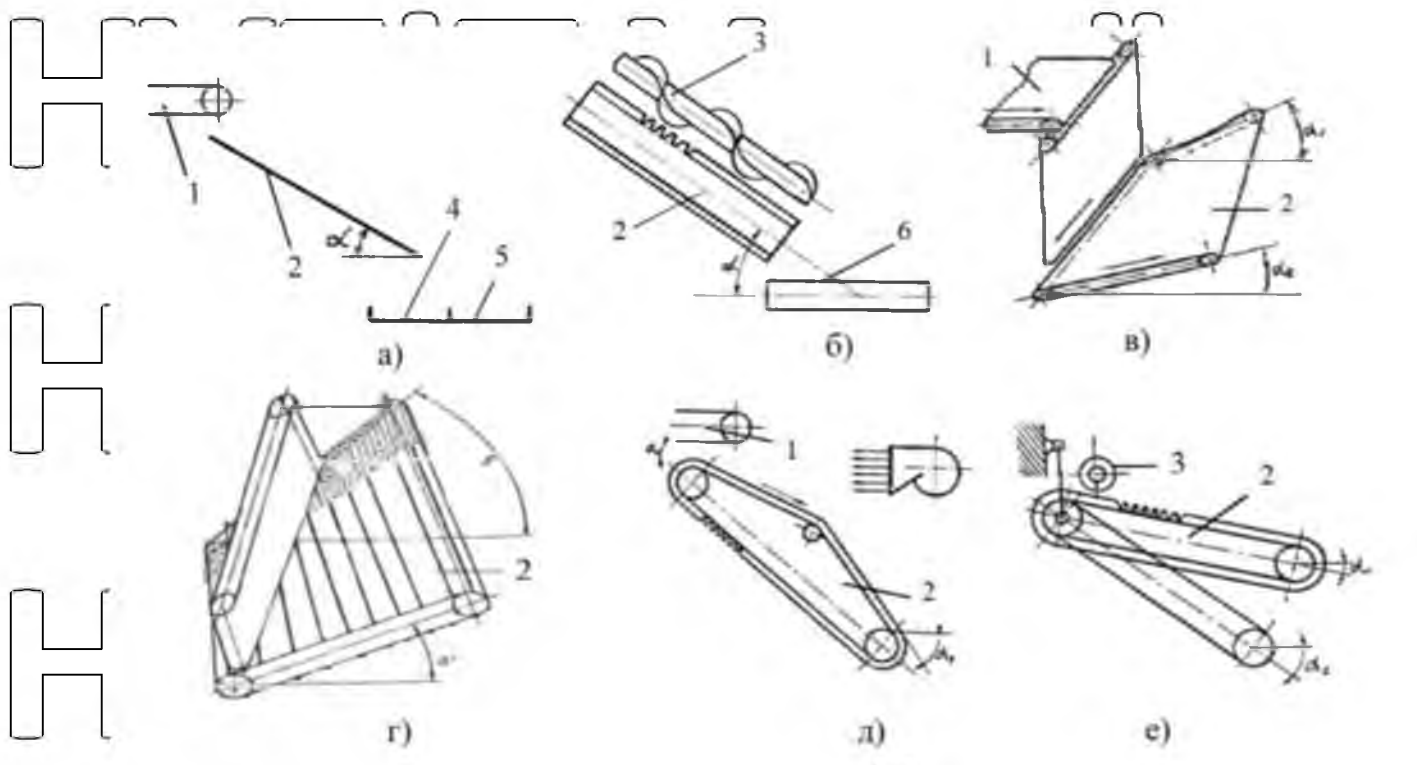


Рис. 2.22. Схема робочих органів виносної сепарації

Гірки мають як нерухому, так і рухому поверхню для роботи.

За нерухомої поверхні гірки дають результат за круглої форми бульб і точно неправильній формі домішок, що є рідко можливим. На додаток, такі машини важко поєднувати в конструктивному плані збиральних машин.

Тому похилі гірки з рухомою робочою поверхнею є досить популярними в картоплезбиральних машинах, що виконують роботу на різниці коефіцієнтів тертя компонентів картопляного вороху.

Під час подачі на рухому поверхню для роботи похилої гірки складових вороху - ґрунту, бульб, каміння та решток від рослин, похилі гірки співдіє з ними по-різному, що спричиняє різницю спрямування їх на робочій поверхні

Грунтові грудки, каміння і домішки лишаються на поверхні для роботи і пересуваються разом з нею. Бульби через більш округлі форми скочуються. Тому, домішки виносяться поверхнею для роботи гірки поза межі збиральної машини, а бульби завантажуватимуться у бункер чи транспорт.

Гладеньку та негладеньку поверхню є характерною для полотна гірки. Через вагомі похибки і специфіки співдії гірки з гладенькою поверхнею для роботи полотна в конструкції картоплезбиральних машин не відшукали свого використання.

З помірних конструкцій пальчастих гірок з нерівною поверхнею вагального використання набули пальчасті гірки під виглядом похилого транспортера, гумовому полотну яких притаманні виступи конічної форми.

Привілеєм таких гірок є передусім достатньо точне відокремлення при низькому рівні пошкоджень бульб. Однак оптимальні значення параметрів і режимів роботи гірки різняться для інших умов дії та постійно вимагають регулювання.

Пальчасті гірці притаманний як поздовжній, так і поперечний шляхи нахилу робочої вітки. Для поперечної гірки тіло, що подається згори, пересувається вниз за дії сили тяжіння і поперечно під дією сили тертя. В результаті різниці коефіцієнтів тертя складових вороху, траєкторії руху будуть різнитися.

Доступно, що бульби і домішки округлої форми скочуються, а рештки від рослин та грудки з невідповідною формою виносяться гіркою в бік. А частина складових вороху, яким притаманні подібні характеристики, може сходити по всій довжині полотна гірки.

В результаті досліджень доведено, що поперечна гірка більш якісно виконує роботу за поздовжню при малій подачі (до 10 шт./с). Однак під час цього можливі високі втрати бульб, а також забивання робочої поверхні гірки.

На додаток, при підвищенні вмісту домішок якість роботи гірки істотно стає гіршою. Тому наведені робочі органи вторинної сепарації установлюють після первинного очищення на сепараторах, що мають пресівуючу дію.

Гірки поздовжньої форми ефективно виконують свою роботу в схемі картоплезбиральних машин навіть за їх налаштування за прутковими елеваторами. Під час їх роботи водночас з бульбами скопчується менше ґрунтових і домішок від рослин. На додаток, на таких сепарувальних поверхнях практично немає згруджування вороху. Відповідно від напрямку подачі маси на поверхню для роботи поздовжні гірки поділяють на прямоструминні і протишотокові.

Ефективність роботи гірки значно залежить від швидкості робочого полотна. За умови зростання швидкості, якість роботи зменшується (оптимальними параметрами лінійної швидкості полотна гірки є 0,5-0,6 м/с). При

зростанні швидкості гірки більша частина бульб не встигає скотитися вниз і виноситься поза межі сепарувальної зони разом із домішками.

За дійсних умов збирання картоплезбиральні машини виконують роботу за несприятливих умов експлуатації, що часто спричиняє зниження точності розділення і збільшення рівня втрат бульб.

Щоб вирішити подібні проблеми використовують розроблені різні предпаання і варіанти, що надають якісне розділення компонентів вороху (рис. 2.23).

З поміж різновидів це різниця кутів нахилу полотна на різних його площинах.

Також це може бути гірка, що зроблена частково пальчиковою, а частково з поперечними планками. Однак дана схема має низьку продуктивність, але загалом може ефективно виконувати свою функцію за легких умов роботи і рівномірній подачі.

Поздовжня пальчаста гірка з різним кутом нахилу робочої поверхні також може застосовуватись. Для того щоб досягнути ефективного розділення компонентів вороху можна також застосовувати повітряний потік, однак це вимагає достатньо високих енергозатрат.

В конструктивних планах деяких картоплезбиральних машин різняться кути нахилу між основною та додатковою ділянками. На додаток, у верхній

частині основної ділянки задіяно шнек щоб відводити бульби на додаткову ділянку.

Компанією GRIMME представлено пальчасту гірку, із установленим над її полотном під кутом до напрямку подачі компонентів вороху екраном з коливною та підвісною формою. За використання даного пристрою сепаратор виконує свою функцію майже без втрат бульб однак і має малу продуктивність.

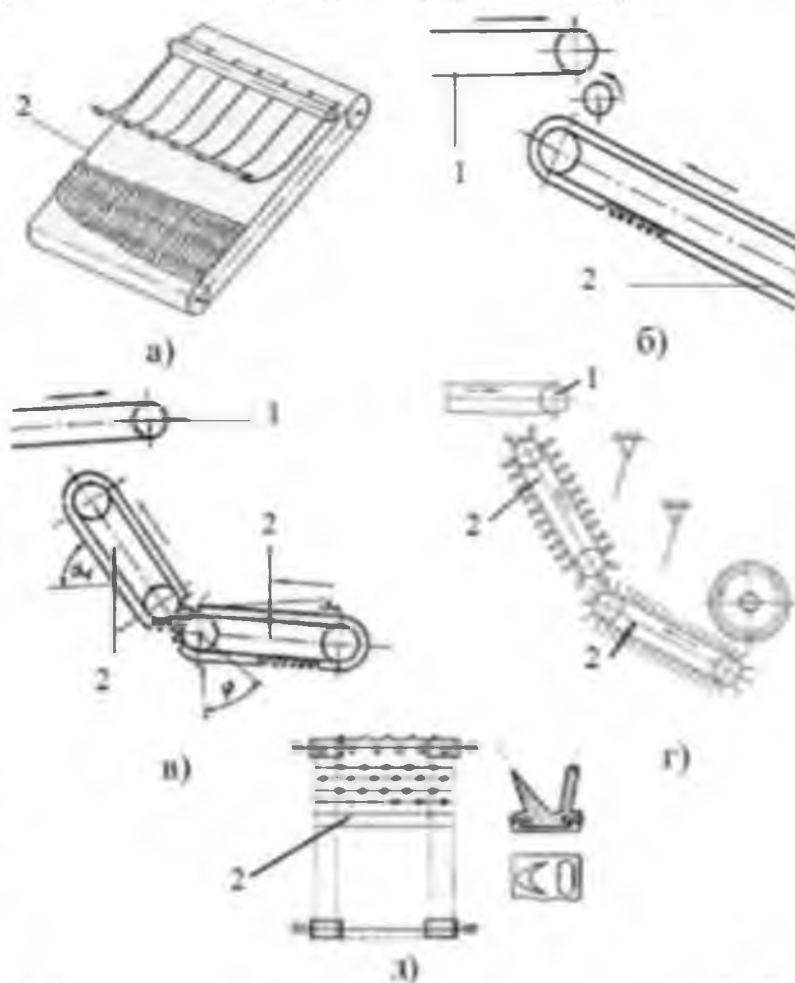


Рис. 223. Схеми різних типів похилих гірок

Загалом, в даному виді робочих органів виносної сепарації найбільш продуктивним варто вважати поздовжні пальчасті гірки з установленими додатковими пристроями, що мають різну конфігурацію та призначення.

Даним пристроям притаманні простота конструкції та достатньо високі значення якості сепарації за істотної подачі вороху.

В конструкції копач-навантажувача Е-684 використовується гірка з обертливим назустріч шляху подачі вороху гладким вальцем.

На додаток в конструкції певних машин (копач-навантажувач UN-2212 Kverneland, комбайна AVR-220B і т.д.) встановлюють пластини, що здатні відбивати, підпружинені відбійні елементи (комбайн Grimpe DR-1500), багатозахідні шнеки, що обертаються. Не враховуючи вказане, конструктивні

плани сепараторів виносної сепарації під виглядом пальчастої гірки не завжди надають здійснення агротехнічних вимог.

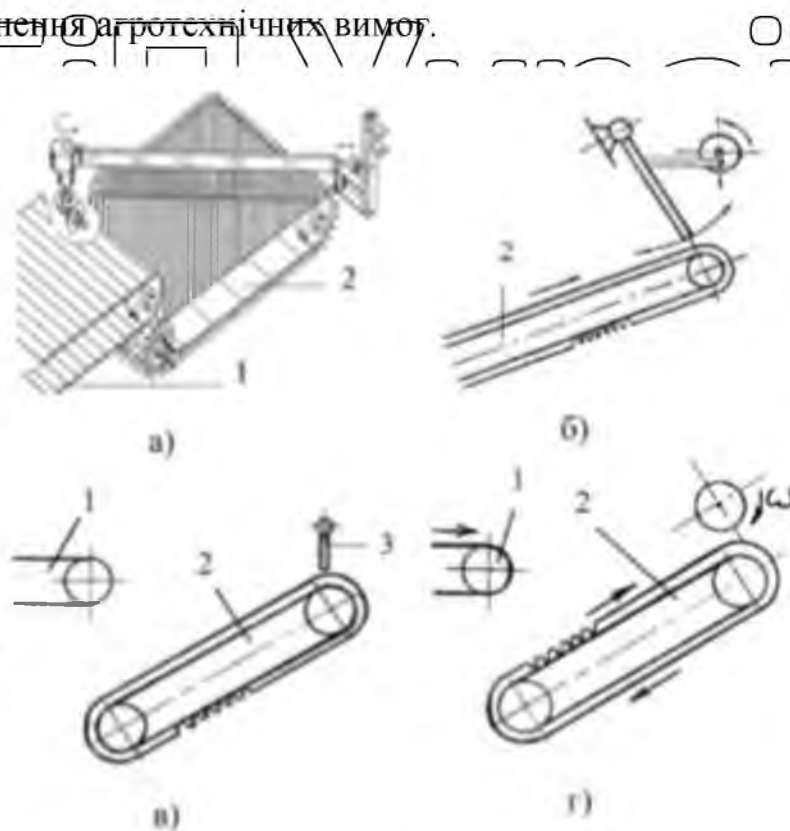


Рис. 2.24. Пальчасті гірки з допоміжними пристроями

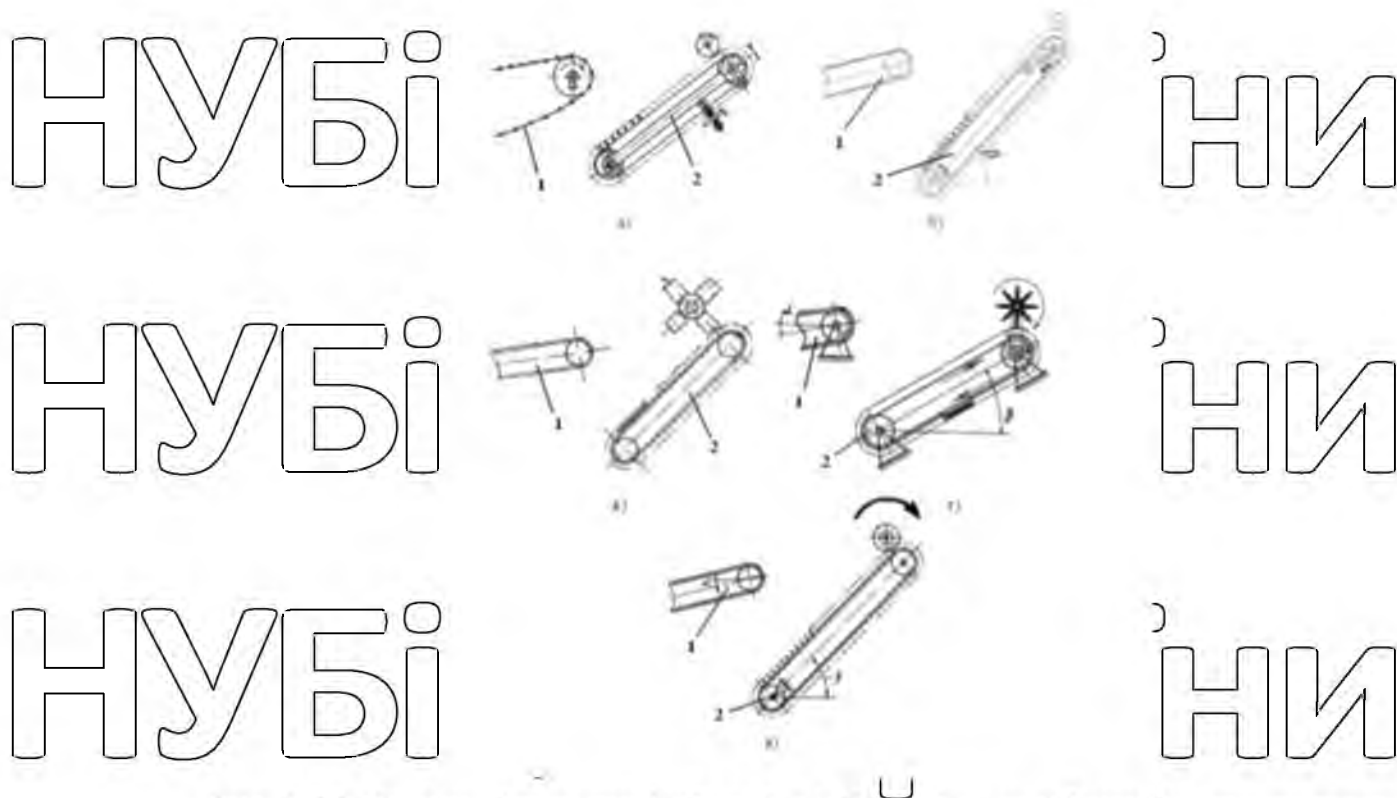


Рис. 2.25. Схеми різних типів бульбовідбивачів в комбінації з пальчастою

гіркою

Не враховуючи достатню різницю конструктивних планів пристроїв вторинної сепарації в картоплезбиральних машинах з'являється вимога в подальшому їх покращенні, що знадавали б високу продуктивність, якість і найменші пошкодження бульб під час процесу сепарації.

З поміж доступних рішень перспективними є спеціальні бульбовідбивачі, активні скидачі, пристрої можливого відредагування якості здійснення процесу тощо (рис. 2.24, рис. 2.25).

2.4. Обґрунтування удосконаленої схеми робочого органу вторинної сепарації

Задля покращення ефективності роботи картоплезбирального комбайна висунуто в його конструктивній схемі зробити поліпшення очищувального робочого органу – ножиці пальчастої гірки, що використовується для відділення рослинних домішок, грудок і каміння від бульб.

Поліпшений очищувальний робочий орган картоплезбирального комбайна (рис. 2.26) формується з гумового пальчастого полотна, що починає працювати нижнім ведучим 3 і верхнім напрямним 4 барабанами від ВВП трактора через передачі механічного виду. Робоча вітка пальчастого полотна має нахил під кутом α до горизонту і просувається вгору. Компоненти вороху подаються до поверхні робочої вітки пальчастої гірки, на якій відбувається часткове їх виокремлення на групи: бульби, маючи більш округлу форму, скочуються вниз, а грудки, каміння та домішки від рослин просуваються полотном гірки і виносяться поза межі машини.

Завдяки перекриттю фрикційних характеристик бульби і грудок частина грудок може разом з бульбами скочуватися вниз по ділянці вітки для роботи пальчастої гірки. Для їх виокремлення рекомендується в нижній частині поставити валець 2 із еластичними щітками, що розташований із невеликим зазором до робочої вітки гірки і матиме нахил до горизонту під кутом β . Під час цього, бульби, які скочуватимуться вниз, потраплятимуть у русло між щітковим вальцем і пальчастою гіркою та при дії власної ваги, а також через кутове розташування вальця, утримуватимуться на ділянці еластичного ворса валка, скочуватимуться вниз і потраплятимуть на робочі органи комбайна, що транспортують та сортують. Бульби, завдяки своєму значенню об'ємної ваги, при скочуванні вниз по робочій вітці гірки і попаданні на поверхню валка «втоплюватимуться» у еластичному ворсі та виноситимуться за межі очисника і скидатимуться при дії власної ваги.

НУБІП України

НУБІП України

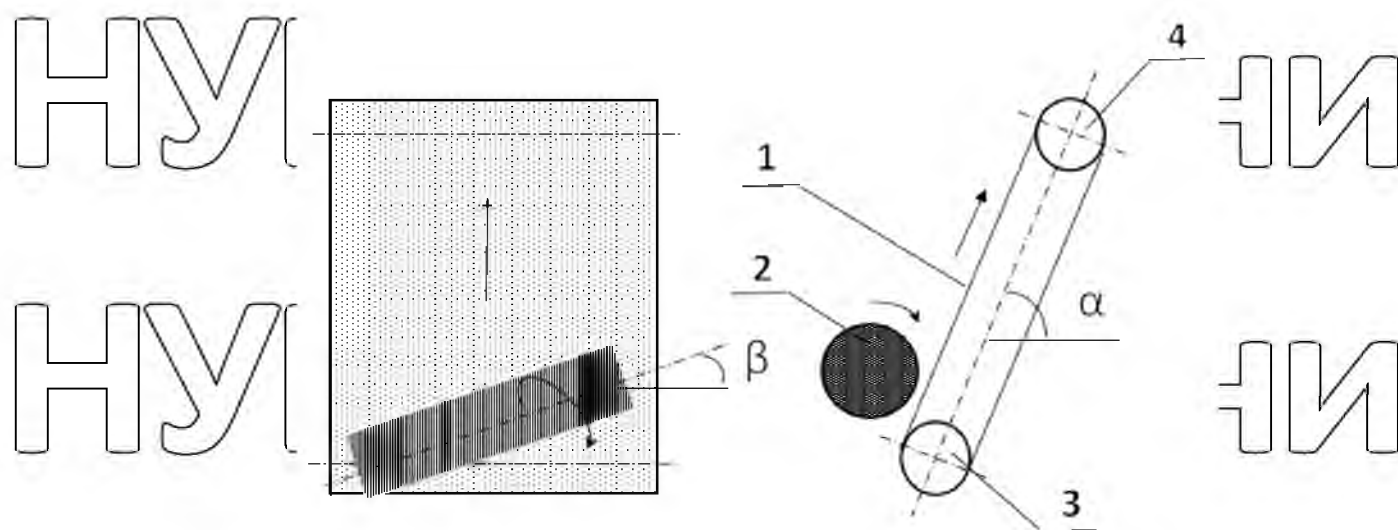


Рис. 2.26. Схема вдосконаленого омишувального робочого органу картоплезбирального комбайна: 1 – похила пальчаста гірка; 2 – валець з еластичною щіткою; 3 – нижній приводний барабан; 4 – верхній напрямний барабан

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ВДОСКОНАЛЕНОГО РОБОЧОГО ОРґАНУ

Для гарантування ефективної роботи поліпшеного робочого органу потрібно довести його основні характеристики і правила роботи:

- швидкість переміщення пальчастої гірки;
- довжина вітки для виконання роботи пальчастої гірки;
- ширина пальчастої гірки;
- кут нахилу вітки для виконання роботи гірки до горизонту;
- діаметр валка;
- кут нахилу валка до горизонту;
- частота перевертання валка.

Тому обговоримо характеристики спільної роботи бульби круглої форми радіусом та вагою з поверхнею вітки для роботи пальчастої гірки та штитковим валком [2, 5, 8, 9, 15, 16, 17, 18, 20, 26, 29, 31, 32, 33, 35, 36].

Параметр кута нахилу вітки для роботи ділянки гірки до горизонту α окреслюватиметься фрикційними рисами компонентів вороху, а саме коефіцієнтами тертя бульби та грудок на матеріалі поверхні вітки робочого органу

$$\alpha = \arctg(f_1 + f_2/2), \quad (3.1)$$

де f_1, f_2 - коефіцієнти процесів тертя бульби та грудок на матеріалі поверхні вітки для роботи ділянки похилої гірки.

Під час руху бульб по поверхні робочої вітки шолотна гірки потрібно покрити по варіанту їх кочення без зсуву, що можна досягнути при такій умові

$$3,5tg\phi - 2,5tg\phi\phi_k > \alpha > \phi_k. \quad (3.2)$$

Широкого застосування набули показники кута нахилу вітки для роботи ділянка подовжньої пальчастої гірки 10...25°.

Одним із значних параметрів очисної гірки є міжосьова відстань між барабанами, що вираховується із виразу

$$L \geq 2l_1, \quad (3.3)$$

де l_1 – дистанція між точкою потрапляння компонентів картопляного вороху на поверхню вітки гірки і верхнім барабаном

$$l_1 = V_T^2 / (2g \sin \alpha (f_2 / \operatorname{tga} + 1)), \quad (3.4)$$

Показник якої буде залежати і від параметра швидкості вітки для роботи ділянки гірки V_T , яке варто приймати в діапазоні $V_T = 0,5 \dots 1,5$ м/с.

Оцінку продуктивності переміщення матеріалу по поверхні подовжньої гірки виконують по величині її продуктивності Q , яка вираховується по ширині полотна гірки B

$$Q = kB, \quad (3.5)$$

де k – питоме подання технологічного матеріалу до поверхні ділянки гірки, яка пристосована на 1 м ширини полотна гірки (розумно за проектування приймати

$$k = 4 \text{ кг/(с·м)}.$$

Для аргументування значення ширини полотна гірки застосовують умову

$$B \geq 0,01Q(1 + \lambda) / (\lambda q_1 + q_2), \quad (3.6)$$

де λ – ваговий вміст домішок у воросі, q_1, q_2 – середній арифметичний показник ваги одиничного тіла сміття та бульб.

При показнику насипної ваги технологічного матеріалу γ (в ході розрахунків беруть $\gamma = 660 \dots 680 \text{ кг/м}^3$) кут природного тертя технологічного матеріала θ продуктивність гірки для очищення вираховується

$$\theta = \frac{B^2 \gamma V_T \text{tg} \theta}{6}, \quad (3.7)$$

Для розрахунку швидкості, за якої тіло при скочування по вітці для роботи пальчастої гірки буде досягати поверхні вальця покажемо переміщення одиничного тіла на поверхні гірки (рис. 3.1).

На тіло будуть впливати:

$G = mg$ – інтенсивність тяжіння бульби

N – нормальна реакція поверхні ділянки гірки;

$F_T = fN$ – інтенсивність тертя ковзання;

M_R – момент опору перенесення тіла.

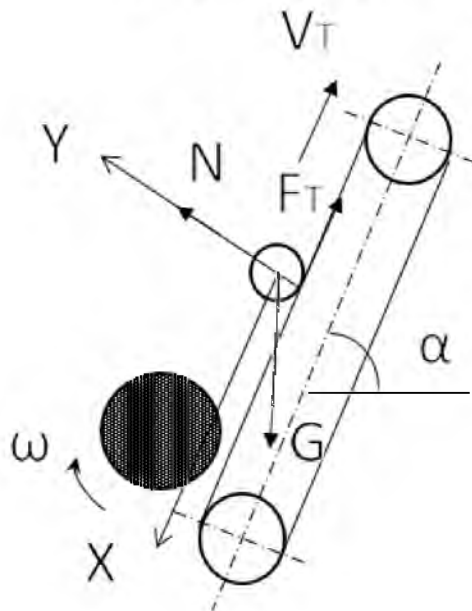


Рис. 3.1. Еквівалентна схема руху бульби по робочій вітці пальчастої гірки

Покажемо рівняння відносного і переносного переміщення тіла в проєкціях на осі декартової плоскої системи координат

НУБІП України

$$m \frac{dV}{dt} = G \sin \alpha - F_T,$$

$$N - G \cos \alpha = 0,$$

НУБІП України (3.8)

З другого рівняння системи слідує

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_R - F_T r.$$

НУБІП України

$$N = G \cos \alpha$$

Тоді перше рівняння системи після зміни буде мати вигляд

НУБІП України (3.9)

$$m \frac{dV}{dt} = mg \sin \alpha - fmg \cos \alpha$$

Тому що $m \neq 0$, то

НУБІП України

$$\frac{dV}{dt} = g \sin \alpha - f g \cos \alpha$$

Потім швидкість пересування бульби

НУБІП України (3.10)

$$V = g t \sin \alpha - f g t \cos \alpha - V_T$$

а розташування бульби на поверхні робочої вітки пальчастої гірки буде вираховуватись

НУБІП України

$$X = l_1 + \frac{1}{2} g t^2 \sin \alpha - \frac{1}{2} f g t^2 \cos \alpha - V_T t$$

Розрахуємо раціональний показник кута нахилу осі щіткового валка до горизонту (рис. 3.2).

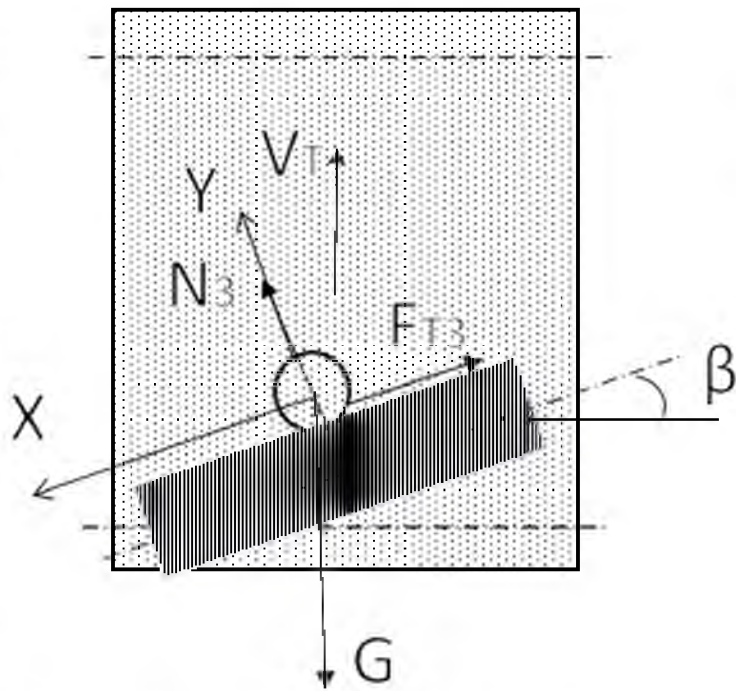
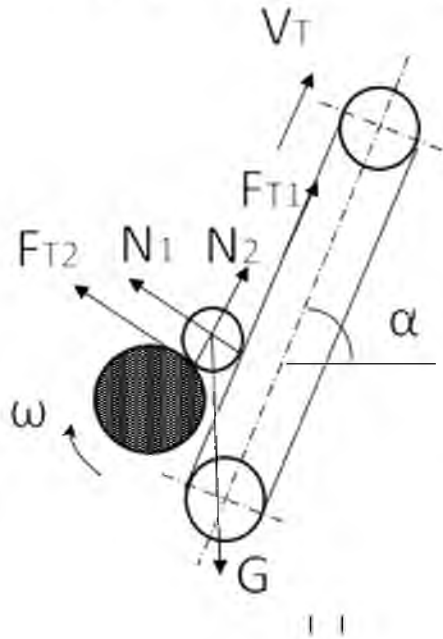


Рис. 3.2. Схема взаємодії тіла з поверхнею гірки і вальцем

Вимога спадання бульби в руслі між віткою для роботи гірки і валком

буде мати вигляд

$$G \sin \beta - F_{TB} > 0,$$

НУБІП України

$$N_3 = G \cos \beta$$

Після заміни перше рівняння системи буде мати вигляд

НУБІП України

$$\sin \beta - (f_{11} + f_{12}) \cos \beta > 0,$$

звідки

$$\operatorname{tg} \beta > (f_{11} + f_{12})$$

(3.11)

НУБІП України

Надання нормального просування домішок через зазор між віткою для роботи гірки і валком може бути за здійснені вимоги:

$$A \geq \frac{D}{2} + \delta - r,$$

(3.12)

НУБІП України

де A - величина глибини проникнення домішок в еластичний елемент; D - діаметр еластичного щіткового вальця; δ - зазор між поверхнею валка та віткою для роботи пальчастої гірки по нормалі; r - радіус одиничного тіла домішок.

НУБІП України

Кутова швидкість валка розраховуватиметься за умови проштовхування домішок у вальці через зазор

$$\omega < \frac{1}{m(0,5D + r)} (mg - f_{21}N_{21} \sin \alpha - N_{21} \cos \alpha - N_{22} \sin \varepsilon - f_{22}N_{22} \cos \varepsilon),$$

(3.13)

НУБІП України

Під час цього значення кута ε розраховується із виразу

НУБІП України

$$\varepsilon = -\frac{\pi}{2} + \alpha + \arccos \left[\frac{D + 2\delta - 2r}{D + 2r - 2\Delta} \right]$$

(3.14)

Після заміни відповідних показників у вирази будемо мати раціональні параметри і режими роботи поліпшеного робочого органу для очищення:

- швидкість переміщення вітки для роботи пальчастої гірки – 1,2... 1,5 м/с;

- найменша довжина вітки для роботи пальчастої гірки – 75... 90 см;

- найменша ширина ділянки пальчастої гірки – 0,5... 0,6 м;

- кут нахилу вітки для роботи гірки до горизонту – 10... 15 град.;

- діаметр щіткового валка – 200... 300 мм;

- кут нахилу валка до горизонту – 22... 27 град.;

- частота перевертання валка - 200... 240 об/хв;

- зазор між поверхнями вітки для роботи пальчастої гірки і щіткового вальця – 20... 30 мм.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБКИ

НУВБІП України

Для розрахунку показників економічної ефективності використання розробки будемо використовувати загальноприйняту методику і відповідно ГОСТ 23728-88, ГОСТ 23730-88, ГОСТ 24055-88, ГОСТ 24056-88.

НУВБІП України

Таблиця 4.1

Початкові умови для розрахунку економічної ефективності

Показник	Базова машина	Модернізована машина
Урожайність бульби, т/га	20	20
Робоча ширина захвату машини, м	0,7	0,7
Робоча швидкість переміщення машини, км/год	6	8
Питома витрата пального, л/га	12	10
Кількість персоналу для обслуговування, чел.	1	1

За опорну модель беремо напівпрічпний картоплезбиральний комбайн КПК-1 (рис. 4.1), що виконує роботу в агрегаті з трактором МТЗ-80.1.

За модернізовану модель беремо цей же комбайн, який облаштований поліпшеною пальчастою очисною гіркою.

За базову машину для модернізації беремо однорядний картоплезбиральний комбайн КПК-1. Комбайн націлений для збирання картоплі механізованим способом на легких та середніх ґрунтах, засмічених камінням до 28 т/га. Система виділення бадилля, грудок і каміння із поліпшеним елеватором і пальчатими полотнам дозволяє збирання врожаю в випадку несприятливих погодних умов з найменшим пошкодженням бульби.

НУВБІП України



Рис. 4.1. Картоплезбиральний комбайн КПК-1

Технічна характеристика

Продуктивність, га/год	0,25
Глибина підкопування, мм	220
Швидкість роботи, км/год	6
Швидкість транспорту, км/год	26
Ємність бункера для бульб, кг	800
Ємність бункера для каміння, кг	120
Ширина міжрядь, мм	600–750
Просвіт для дороги, мм	350
Арегатування с тракторами, кл	1,4
Габаритні розміри, мм:	
длина	6400
ширина	2700
висота	2700
Маса, кг	2150

Розрахунки здійснимо відповідно до даних табл.4. 1.

Прогнозується, що економічний вплив від використання розробки буде здійснено внаслідок підвищення продуктивності агрегату при збільшенні швидкості руху та зменшення втрат і пошкодження бульб.

Обчислимо розрахункові значення продуктивності базового і модернізованого агрегатів

$$W_3 = W_0 \tau = 0,1 B V \tau, \text{ га/год}$$

де W_3 - продуктивність часу зміни, га/год;

W_0 - продуктивність головного часу, га/год;

τ - коефіцієнт ефективного застосування часу зміни ($\tau=0,8$);

B - робоча ширина захвачення картоплезбирального комбайна, м;

V - робоча швидкість поступального переміщення машини, км/год.

Після заміни
для звичайної машини

$$W_0 = 0,1 \cdot 0,76 = 0,42 \text{ га/год,}$$

$$W_3 = 0,42 \cdot 0,8 = 0,34 \text{ га/год,}$$

для покращеної машини

$$W_0 = 0,1 \cdot 0,78 = 0,56 \text{ га/год,}$$

$$W_3 = 0,56 \cdot 0,8 = 0,45 \text{ га/год.}$$

Розрахуємо складові приведені експлуатаційних витрат:

- затрат на оплату праці C_1 :

$$C_1 = \frac{\sum A_i C T_i}{W_3}, \text{ грн/га}$$

де \sqrt{I} - кількість працівників відповідного класу, що виконують дану роботу, люд.;

НУБІП України

CT_i - погодинна ставка працівника даного класу, грн/год люд (для тракториста

погодинна ставка при підбиранні коренеплодів і бульбоплодів становить 12,62 грн/ год люд).

Для звичайної машини

НУБІП України

$$C_1 = 1 \cdot 12,52 / 0,34 = 36,82 \text{ грн./га};$$

для покращеної машини

НУБІП України

$$C_1 = 1 \cdot 12,52 / 0,45 = 27,82 \text{ грн./га};$$

- затрати на пально-мастильні матеріали C_2 :

НУБІП України

$$C_2 = C_{II} \cdot \Phi, \text{ грн/га}$$

де C_{II} - загальна вартість пального, грн/л (16 грн/л);

НУБІП України

Φ - питома витрата палива, л/га. Для звичайного та покращеного варіанта

будемо приймати $\Phi = 12$ і 10 л/га.

для звичайної машини

для покращеної машини

НУБІП України

$$C_2 = 16 \cdot 12 = 192 \text{ грн/га};$$

$$C_2 = 16 \cdot 10 = 160 \text{ грн/га};$$

- затрати на оновлення машини та енергетичного засобу (трактора) C_3 :

НУБІП України

НУБІП України

$$C_3 = \frac{B_T a_T}{W_3 T_{PT}} + \frac{B_M a_M}{Q_M}, \text{ грн/га}$$

де a_T, a_M - норма відрахувань для оновлення трактора та машини ($a_T = a_M = 16,6\%$ або $0,166$);

НУБІП України

B_T, B_M - балансова вартість трактора картоплезбирального комбайна, грн (трактора – 320000 грн, звичайного картоплезбирального комбайна – 160000 грн, покращеного картоплезбирального комбайна – 170000 грн);

НУБІП України

Q_M - сезонне навантаження картоплезбирального комбайна, га; 45

T_{PT} - річний наробіток трактора, год.: $T_{PT} = 1000$ год.
для звичайної машини

НУБІП України

$$C_3 = (320000 \cdot 0,166 / 0,34 \cdot 1000) + (160000 \cdot 0,166 / 45) = 746,46 \text{ грн/га,}$$

для покращеної машини

НУБІП України

$$C_3 = (320000 \cdot 0,166 / 0,45 \cdot 1000) + (170000 \cdot 0,166 / 45) = 745,15 \text{ грн/га,}$$

затрати на ремонті технічний сервіс C_4 :

НУБІП України

$$C_4 = \frac{B_T b_T}{W_3 T_{PT}} + \frac{B_M b_M}{Q_M}, \text{ грн/га}$$

де b_T, b_M - норма відрахувань на ремонт та технічний сервіс трактора і машини

($b_T = 34\%$ або $0,34$, $b_M = 15\%$ або $0,15$).

НУБІП України

для звичайної машини

$C_4 = (320000 \cdot 0,34 / 0,34 \cdot 1000) + (160000 \cdot 0,15 / 45) = 853,33$ грн/га,
 НУБІП України
 для покращеної машини

$C_4 = (320000 \cdot 0,34 / 0,45 \cdot 1000) + (170000 \cdot 0,15 / 45) = 808,45$ грн/га.
 НУБІП України
 Сума компонентів показує загальні затрати

$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$ грн/га
 НУБІП України
 для звичайної машини

$$C = 1828,61 \text{ грн/га,}$$

НУБІП України
 для покращеної машини
 $C = 1741,72$ грн/га.

НУБІП України
 Наведені експлуатаційні затрати визначаються
 $\Pi = e \cdot K + C$, грн/га

де e - нормативний коефіцієнт ефективного застосування капітальних внесків
 ($e = 0,15$);
 K - розмір капітальних внесків, грн/га
 НУБІП України

$K = \frac{B_T}{W_{\text{з}} T_{PT}} + \frac{B_M}{Q_M}$, грн/га.
 НУБІП України
 для звичайної машини

$K = (320000 / 0,34 \cdot 1000) + (160000 / 45) = 4496,74 \text{ грн./га,}$
 для покращеної машини
 $K = (320000 / 0,45 \cdot 1000) + (170000 / 45) = 4488,89 \text{ грн./га.}$

Тоді наведені експлуатаційні затрати
 для звичайної машини
 $\Pi = 2503,12 \text{ грн./га}$

для покращеної машини
 $\Pi = 2415,05 \text{ грн./га}$

У той час зниження наведених експлуатаційних затрат буде складати

$2503,12 - 2415,05 = 88,07 \text{ грн./га.}$
 Інноваційний вплив від зниження витрат і пошкодження бульб становить

$(20 \text{ т/га } 0,97 \cdot 2650 \text{ грн./т}) - (20 \text{ т/га } 0,94 \cdot 2300 \text{ грн./т}) = 8179 \text{ грн./га}$

У той час економічний вплив від введення розробки становитиме
 $88,07 \text{ грн./га} + 8179 \text{ грн./га} = 8267,07 \text{ грн./га}$

Тому, в результаті розрахунків доведено, що економічний вплив від застосування вдосконаленого картоплезибирального комбайна становить $8267,07 \text{ грн./га.}$

Результати обрахунків (табл. 4.2) підтверджує раціональність і рентабельність розробки.

Таблиця 4.2.
 Результати розрахунку показників економічної ефективності

Показник	Базова машина	Модернізована машина
Продуктивність головного часу, га/год	0,42	0,56
Продуктивність часу зміни, га/год	0,34	0,45
Прямі експлуатаційні витрати для оплати праці, грн/га	36,82	27,82
Прямі експлуатаційні витрати на ГПММ, грн/га	192	160
Прямі експлуатаційні витрати для оновлення, грн/га	746,46	745,15
Прямі експлуатаційні витрати на ремонтівання та ТО, грн/га	853,33	808,45
Загальні прямі експлуатаційні витрати, грн/га	1828,61	1741,72
Розмір капітальних внесків, грн/га	4496,74	4488,89
Приведені експлуатаційні витрати, грн/га	2503,12	2415,05
Зменшення приведених експлуатаційних витрат, грн/га		88,07
Інноваційний економічний вплив, грн/га		8179
Економічний вплив, грн./га		8267,07

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Внаслідок здійсненого аналізу конструктивних схем і робочого процесу нинішніх машин для збирання картоплі доведено, що на якість роботи картоплезбиральних комбайнів значний вплив має ефективність роботи робочих органів виносної сепарації. З поміж вже діючих видів робочих органів виносної сепарації в результаті надійності роботи і простоти конструкції застосування набули пальчаті похилі гірки. Однак в результаті дії різних чинників вони не завжди надають потрібну якість здійснення процесу.

2. Для підвищення ефективності роботи картоплезбиральних машин висунута поліпшена конструктивна схема робочого органу виносної сепарації в основі якої лежить похила пальчаста гірка. Висунута пропозиція в нижній частині похилої пальчастої гірки установити валець із еластичними щітками, який розташовується із незначним зазором до робочої вітки гірки і буде мати нахил до горизонту. Бульби, що скочуватимуться вниз по положу робочої вітки гірки, будуть попадати у русло між щітковим валком і пальчастою гіркою та скочуватимуться в руслі вниз і будуть попадати на переміщувальні та сортувальні робочі органи комбайна. Домішки при попаданні на поверхню валка будуть «втоплюватимуться» у еластичному ворсі та викидатимуться поза межі очисника.

3. Згідно даних проведеного розрахунку і теоретичних досліджень руху компонентів вороху по робочій вітці пальчастої похилої гірки доведено раціональні параметри поліпшеного робочого органу:

- швидкість переміщення вітки для роботи пальчастої гірки – 1,2... 1,5 м/с;
- найменша довжина вітки для роботи пальчастої гірки – 75... 90 см;
- найменша ширина ділянки пальчастої гірки – 0,5... 0,6 м;
- кут нахилу вітки для роботи гірки до горизонту – 10... 15 град.;
- діаметр щіткового валка – 200... 300 мм;
- кут нахилу валка до горизонту – 22... 27 град.;
- частота перевертання валка – 200... 240 об/хв.

- зазор між поверхнями робочої вітки пальчастої гірки та циліндричного валка

20... 30 мм.

4. За даними обрахунків доведено, що економічний вплив від застосування покращеного сепарувального робочого органу за структури однорядного картоплезбирального комбайна КПК-1 за річного навантаження 45 га становить 8267,07 грн./га беручи до уваги зниження втрат і пошкодження бульб під час процесу збирання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексейчик Н.А. Картофелеуборочные машины и их применение / Н.А. Алексейчик // Минск, 1954. - 47 с.
2. Бать М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах. /М.И.Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С.Кельзон // Т.2 Динамика. М.: Наука, 1966. – 664 с.
3. Бишоп, К.Ф. Механизация производства и хранения картофеля / К.Ф. Бишоп, У.Ф. Мондер; пер. с англ. А.С. Каменского. – М.: Колос, 1983. – 256 с.
4. Булгаков В.М. Синтез спиральных сепараторов картоплеуборочных машин. монографія / В.М. Булгаков, С.В. Смолинський. – К.: НУБіП України, ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – с. 132.
5. Бунин, Н.В. Курс теоретической механики. Учебник в 2-х томах. Т.2. : Динамика / Н.В. Бунин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1979. – 544 с.
6. Бышов, Н. В. Разработка и обоснование параметров рабочего органа вторичной сепарации картофелеуборочного комбайна КПК-3: дис. ... канд. техн. наук. / Н. В. Бышов – М.: РГСХИ, 1993. – 158 с.
7. Бышов, Н.В. Анализ схемно-конструктивных решений рабочих органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / Н.В. Бышов, Г.К. Рембалович, Р.В. Безносюк, И.А. Успенский // Материалы научнопрактической конференции РГАТУ – Рязань : РГАТУ, 2008. – С. 92-94
8. Бышов, Н.В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин: дис. ... докт. техн. наук. / Н.В. Бышов – Рязань : Рязанская ГСХА, 2000. – 414с.
9. Василенко, П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П. М. Василенко – Киев. УАСХН, 1960. – 284 с.

10.Верещагин, Н. И. Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля / Н.И. Верещагин, К.А. Пшеченков. – М. : Колос, 1977. – 352 с.

11.Верещагин, Н.И. Динамические характеристики клубней картофеля / Н.И. Верещагин и др. // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ – №3. – 2007 – С. 69–76. 35.

12.Верещагин, Н.И. Рабочие органы машин для возделывания, уборки и сортирования картофеля / Н. И. Верещагин, К. А. Пшеченков – М. : Машиностроение, 1965. – 268 с.

13.Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини : підручник / Войтюк Д.Г., Гаврилук Г.Р. — [2-ге вид.] — К. : Каравела, 2008. — 552 с.

14.Горячкин, В.П. Собрание сочинений: в 3 т. / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1968. – Т. 2. – 455 с.

15.Замешаев, В.В. Анализ конструкций пальчатых горок клубнеуборочных машин и их параметров / В.В. Замешаев, С.Н. Борычев, Н.В. Бышов [и др.] // Сб. научных трудов РГСХА. – 2001. – № 1. – С. 357–359.

16.Замешаев, В.В. Исследование и обоснование углов наклона прямоочной дальчиковой горки / В. В. Замешаев, С. Н. Борычев, Н. В. Бышов, И.А. Успенский // Сб. научных трудов Самарской ГСХА. Совершенствование машинного использования и технологических процессов в АПК. – 2002. – №1. – С. 243–245.

17.Зорин, И.М. Особенности движения тел по наклонной движущейся поверхности продольной горки / И.М. Зорин, И.Г. Зуев // Сб. научных трудов Приморского СХИ. – 1979. – № 51. – С. 45–54.

18.Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. — [2-е изд., перераб. и доп.]. — М. : Колос, 1980. — 671с.

19. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины / Кленин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г. — М. : Колос, 2008. — 816 с.

20. Кривошеев, В. Ю. О максимальной скорости полотна сепарирующей горки картофелеуборочного комбайна / В. Ю. Кривошеев // Сб. научных трудов ВИСХОМ. IX-ая научная конференция. — 1982. — № 1. — С. 45–46.

21. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины / М.Н. Летошнев. — М.-Л. : Госиздат сельскохозяйственной литературы, 1955. — 764 с.

22. Мацепуро, М.Е. Технологические основы механизации уборки картофеля / М. Е. Мацепуро. — Минск : АН БССР, 1959. — 324 с.

23. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : підручник / [Войтюк Д.Г. інт.; за ред. С.С. Яцуна. — 2-ге вид., перероб. і доп.]. — Суми: «Сумський національний аграрний університет», 2011. — 444 с.

24. Павлов В.А. Повышение эффективности функционирования картофелеуборочных машин за счет совершенствования системы выносной сепарации / В.А.Павлов//Дисс. ... канд. техн. наук. - Рязань, 2014. — 164 с.

25. Петров, Г.Д. Тенденции развития конструкций машин для возделывания и уборки картофеля / Г. Д. Петров, Е. А. Матвеева // Сб. научных трудов ЦНИИТЭИ тракторосельхозмашин. — 1989. — вып. 6. — 54 с.

26. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г. Д. Петров. — М. : Машиностроение, 1984. — 320 с.

27. Попов, А.А. Исследование разделяемости компонентов картофельного вороха по фракционным свойствам / А.А. Попов // Сб. Кировский СХИ. — 1982. — С.122–123.

28. Перспективи фірм-виробників картоплезбиральних машин.

29.Сельскохозяйственные машины: Учеб. пособие для инситутов и факакультетов механизации сельского хозяйства. /М.В.Сабликов// Ч. 2: Основы теории и технологического расчета. — М.: Колос, 1968. — 296 с.

30.Сільськогосподарські машини : підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. — К.: «Агроосвіта», 2015. — 679 с.

31.Сільськогосподарські машини. Основы теорії та розрахунку : підручник / [за ред. Д.Г. Войтюка]. — К.: Вища освіта, 2005. — 464с.

32.Сорокин, А.А. Теория и расчет картофелеуборочных машин / А.А. Сорокин. — М.: ВИМ, 2006. — 158 с.

33.Трубилин, Е.И. Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкции, теория и расчет) / Е.И. Трубилин, В.А. Абликов // Учеб. пос. — 2 изд. перераб. и дополн. — Краснодар, КГАУ, 2010. — 325 с.

34.Чаус В.М. Рабочие органы картофелеуборочных машин / В.М. Чаус // М.: Машиностроение, 1966. - 84 с.

35.Kanafojski Cz. Halmfruchterntemaschinen / Cz. Kanafojski // VEB Verlag Technik, Berlin, 1974. — 324 S.

36.Karwowski T. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych. / T. Karwowski // T.3. Warszawa: PWRiL, 1982. — 429 S.

37.Eaton F.E. Femechanical separation of stones from potatoes with rotary brushes /Eaton F.E., Hansen R.W. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers Volume 13, Issue 5, Sept-Oct, Pages 591-593

38.Misener G.C. Resource efficient approach to potato -stone-clod separatio /Misener, G.C., McLeod, C.D.//n AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America Volume 20, Issue 2, March 1989, Pages 33-36.