

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 631.352:634

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного
факультету
_____ Братішко В.В.
«__» _____ 2021 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка
_____ Гуменюк Ю.О.
«__» _____ 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ
ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ СТОВ «ЦУКРОВИК» ПРИЛУЦЬКОГО Р.НУ,
ЧЕРНІВІВСЬКОЇ ОБЛ. З ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОЧИСНИКІВ
КОРЕНІВ»

Спеціальність: 208 Агроінженерія
Освітня програма: Агроінженерія
Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, с.н.с

В.В. Братішко

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

_____ Мартишко В.М.

Виконав

_____ Кобзар О.М.

КИЇВ – 2021

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
_____ Гуменюк Ю.О.

« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Кобзарю Олексію Миколайовичу

Спеціальність: 208 Агроінженерія
Освітня програма: Агроінженерія
Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Дослідження механізованого процесу
збирання цукрових буряків СТОВ «Цукровик» Прилуцького р-ну,
Чернігівської обл. з обґрунтування параметрів очисників коренів»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 1 лютого 2021 року №
189 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру – 15.11.2021 року.

Вихідні дані до проекту:

- Способи і машин для збирання цукрових буряків
- Агротехнічні вимоги до процесу збирання коренів
- Конструкції очисників коренів від домішок

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз сучасної техніки та засобів для збирання цукрових буряків
2. Аналіз наукових досліджень процесу викопування коренів цукрових буряків та очищення їх від домішок
3. Теоретичні і експериментальні дослідження процесу збирання коренів цукрових буряків
4. Розроблення методики розрахунку і обґрунтування основних параметрів очисника коренів
5. Експериментальні дослідження

Дата видачі завдання “ 10 ” лютого 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Мартинко В.М.

Завдання прийняв до виконання

Кобзар О.М.

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська робота на тему: «Дослідження механізованого процесу збирання цукрових буряків СТОВ «Цукровик» Прилуцького р-ну, Чернігівської обл. з обґрунтування параметрів очисників коренів»

Пояснювальна записка складається зі вступу, 5 розділів, висновків, переліку посилань (29 найменувань), 4 додатків. Загальний обсяг текстової частини – 73 сторінки, на яких є 9 таблиць, 15 рисунків.

Магістерська робота присвячена обґрунтування удосконаленої схеми та конструктивних параметрів бурякозбирального комбайна з роторними очисниками коренів, що мають достатню продуктивність і висоту ступінь очистки коренів від ґрунту, прості за будовою і не потребують великих затрат праці при їх експлуатації.

У першому розділі пояснювальної записки обґрунтована тема магістерської роботи, наведено характеристика господарства, господарське значення цукрових буряків.

У другому розділі описано Способи збирання коренеплодів цукрових буряків, їх фізико-механічні властивості у період збирання й агротехнічні вимоги до коренезбиральних машин.

У третьому розділі представлено теоретичні обґрунтування технологічних та конструктивних параметрів очисників коренів від ґрунту.

У четвертому розділі приведені результати дослідження.

У п'ятому розділі наведено економічні розрахунки удосконалення

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОБґРУНТУВАННЯ, КОНСТРУКЦІЇ МАШИН, РОБОЧІ ОРГАНИ, ЦУКРОВІ БУРЯКИ, ТЕХНОЛОГІЇ, ОЧИСНИКИ КОРЕНІВ, РОТОРИ, МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

НУБІП України

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 6 |
| 1. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ | 8 |
| 1.1 Народногосподарське значення цукрових буряків | 8 |
| 1.2 Загальна характеристика СТОВ «Цукровик». Обґрунтування теми магістерської роботи | 10 |
| 2. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ І МАШИН ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ | 12 |
| 2.1 Способи збирання цукрових буряків, їх фізико-механічні властивості у період збирання й агротехнічні вимоги до коренезбиральних машин | 12 |
| 2.2. Аналіз конструктивних схем сепарувальних робочих органів бурякозбиральних машин | 21 |
| 2.3. Вибір і обґрунтування розробки | 33 |
| 3. ТЕОРЕТИЧНИ РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ КОРЕНЕПЛОДІВ ПРОЕКТОВАНОЮ МАШИНОЮ | 39 |
| 3.1. Джерела та види механічних пошкоджень коренебульбоплодів, допустимі режими їх взаємодії з робочими органами машин | 39 |
| 3.2. Модель роторного сепаратора коренеплодів | 41 |
| 3.3. Обґрунтування параметрів роторного сепаратора коренеплодів | 43 |
| 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ СЕПАРАТОРА ВОРОХУ КОРЕНЕВИКОПУВАЛЬНОЇ МАШИНИ | 57 |
| 4.1. Конструктивні параметри | 57 |
| 4.2. Кінематичні параметри | 60 |
| 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ | 62 |
| ВИСНОВКИ | 71 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 72 |
| ДОДАТКИ | 75 |

ВСТУП

НУВБІП України

Збирання коренеплодів цукрових буряків є однією з найбільш трудомістких та енергомістких операцій у сільському господарстві.

Враховуючи те, що Україна належить до найбільших бурякосіючих країн Європи і цукор є одним з її стратегічних продуктів.

НУВБІП України

Велика різноманітність конструктивних, компоувальних схем бурякозбиральних машин, апаратів для очистки коренів від ґрунту, зв'язана

НУВБІП України

як з технологіями збирання, так із технологічними вимогами до якості коренеплодів після збирання. Зважаючи на це, вибір перспективних

компоувальних схем машин і механізмів як і бурякозбиральної техніки взагалі, повинні базуватись на світовому досвіді враховувати особливості

вітчизняних, техніко-економічних, екологічних та інших виробничих вимог.

НУВБІП України

Викопувальні та очисні робочі органи є основними складовими технологічних вузлів коренезбиральних машин. Від їх компоувальних схем

вибору конструктивних та кінематичних параметрів у відповідності до доґрунтово-кліматичних умов, суттєво залежить якість викопування

коренеплодів, їх пошкодження та втрати. Особливо великі труднощі

НУВБІП України

виникають при зміщенні строків збирання, коли через підвищену вологість (26...30%) або твердість (3,5...4,5мпа) ґрунту знижується технологічна і

технічна надійність машин, зменшується їх продуктивність. У таких умовах

роботи серійні коренезбиральні машини допускають значні пошкодження

коренеплодів (до 60%), а фізична забрудненість їх складає 40% і більше.

НУВБІП України

Одним з резервів підвищення функціональних і експлуатаційних параметрів коренезбиральних машин є розробка принципово нових і

модернізація існуючих очисних пристроїв, визначення їх оптимальних конструктивно-кінематичних параметрів, у поєднанні з компоувальною

НУВБІП України

схемою та рядністю машин, а також технологією збирання.

Підвищення якісних показників процесів збирання коренеплодів представляє собою комплексну науково-технічну проблему вирішення якої

повинно базуватись на пошуку нових конструктивних рішень робочих органів та компоновальних схем коренезбиральних машин, теоретичному обґрунтуванні їх конструктивних та технологічних параметрів, експериментальному підтвердженні проведених досліджень з метою аналізу і синтезу оптимальних параметрів бурякозбиральних комплексів.

Метою роботи – підвищення якості і сепарації вороху коренеплодів цукрових буряків шляхом удосконалення та розрахунку конструкційно-технологічних параметрів роторного сепаратора.

Шляхом досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні задачі:

– провести аналіз процесу сепарації вороху коренеплодів відомих конструкцій машин і спроектувати модернізовану конструкційно-технологічну схему коренезбиральної машини з технологічною здатністю очистки вороху буряків;

– теоретично обґрунтувати конструкційні параметри робочого органу для сепарації вороху цукрових буряків в умовах взаємодії з коренеплодами;

– побудувати аналітичні залежності з метою визначення характеристик роторно-пальцевого сепаратора при змінних його параметрах, і коефіцієнта сепарації.

Об'єкт дослідження – технологічний процес збирання та сепарації коренеплодів.

Предмет досліджень – аналітичні залежності процесу сепарації коренеплодів коренезбиральної машини.

Методи дослідження. При проведенні досліджень застосовувались методи теоретичної механіки та математичного аналізу і статистики. В процесі обґрунтуванні раціональних конструкційно-технологічних параметрів робочих органів машини використовувалось методи комп'ютерного моделювання, апріорного ранжування та морфологічний аналіз.

1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

1.1. Народного господарське значення цукрових буряків.

Цукрові буряки — одна з основних технічних культур. При врожайності 400 ц/га забезпечують вихід 50 - 55 ц цукру, 150 - 200 ц гички, 260 - 280 ц сирого жому, 15 - 18 ц меляси, які використовуються на корм.

Серед основних видів сільськогосподарської продукції виробництво цукрових буряків фабричних за рівнем рентабельності посідає третє місце після соняшнику і зерна. У 2020 р. рівень дохідності насіння соняшнику в Україні становив 63%, зерна — 37,8%, цукрових буряків — 24,3%. Будучи найстарішою пріоритетною, продуктивною галуззю національної економіки країни, бурякоцукрова галузь визначає ефективність агропромислового виробництва і економіки країни в цілому, окремих її галузей (харчової, кондитерської, спиртової). Головне завдання держави ними — відродження цієї вкрай стратегічної галузі нашої країни.

На світовому ринку цукру відбуваються суттєві зміни. Значний дефіцит продукту в країнах ЄС, який оцінювався у 2019-2020 маркетинговому році у 6,5 млн. тонн змінився на його профіцит. Надлишок цукру у світі у 2019-2020 маркетинговому році може становити 9,8 млн. тонн, а світове виробництво оцінюється на рівні 193,5 млн. тонн.

Результативні показники бурякосійних господарств підприємств цукрової галузі, всього аграрного сектора вказують на системну кризу в цукробуряковому підкомплексі України. Виробництво цукрових буряків і цукру скоротилося до критичної межі.

Високі показники урожайності цукрових буряків зумовили зростання показників рентабельності їх виробництва. У звітному 2020 році на одну гривню виробничих витрат у господарствах України отримано 24 коп. чистого прибутку, що у 4 рази перевищує рівень дохідності 2009 року, у 5 разів — рівень 2010 року.

Виробництво цукру в Україні протягом останніх трьох років демонструвало тенденцію зменшення, досягнувши у 2019-2020 МР значення 1,82 млн. тонн це на 10 % менше попереднього сезону, причиною скорочення

виробництва цукру стала низька якість сировини, скорочення площ на 12% під посівами цукросировини. На сьогодні найбільшими вітчизняними виробниками цукру залишається Вінницька область, виробивши 424 тис. тонн, Тернопільська область – 227 тис. тонн, Полтавська область – 222,5 тис. тонн цукру.

Буряківництво в чернігівській області знаходиться в занедбаному стані.

В 2020 році в області працював лише ПАТ «Линовицький цукрокомбінат «Красний» Прилуцького району.

Саме в Прилуцькому районі господарства займаються вирощуванням цукрових буряків. Цукрові буряки в 2020 році вирощували на Прилуччині на площі 3041 га, що на 430 га або на 15,0% більше проти минулого року.

У СТОВ «Цукровик» посіяно 2418,0 га, ТОВ «Прилуцький хлібодар» - 93,0 га, ТОВ «АФ Миколаївка» - 150,0 га, ФГ «Промінь» - 200,0 га, ФГ «Росток» - 160,0 га.

На сьогодні Линовицький цукрозавод єдиний в Чернігівській області, який переробляє буряки не тільки виробників Прилуцького району та Чернігівської області, а також Сумської і Київської областей, які постачають сировину на відстані 60 – 140 км.

Щоб економічно зацікавити сільгоспвиробників району в розширенні посівних площ потрібний відповідний набір техніки, а також надання практично-консультативної допомоги спеціалістами СТОВ «Цукровик» у технології вирощування. Переробникам необхідно зацікавити аграріїв району займатися буряківництвом, щоб повернути славні традиції вирощування цукрових буряків на Прилуччині.

ПАТ «Линовицький цукрокомбінат «Красний» зацікавлено в розширенні посівних площ цукрових буряків сільськогосподарськими підприємствами району, що сприятиме створенню робочих місць та надходженню податків до районного бюджету. У поточному році переробляти зібраний урожай цукрозавод планує на умовах попереднього року.

1.2. Загальна характеристика СТОВ «Цукровик». Обґрунтування теми магістерської роботи

Селянське товариство з обмеженою відповідальністю знаходиться в смт Линовиця на відстані 20 км від районного центру Прилуки, Чернігівської області. Найближча залізнична станція: Прилуки (лінія Гомель-Бахмач).

СТОВ «Цукровик» розташоване в північній частині Чернігівської області в зоні Полісся. За даними багаторічних досліджень середньорічна температура становить 7 °С. Найбільш холодний місяць - січень (-16 °С, теплий - липень (+19°С). Вегетаційний період триває в середньому 205 днів. Річна сума опадів складає в середньому 530 мм. Кліматичні умови сприятливі для вирощування багатьох видів сільськогосподарських культур.

Найбільш поширеними ґрунтами є чорноземи типові малогумусні, опідзолені і деградовані. В цілому ґрунтовий покрив сприятливий для одержання високих врожаїв зернових технічних і кормових культур.

СТОВ «Цукровик» обробляє понад дві тисячі гектарів землі, тримає півтори тисячі голів великої рогатої худоби, понад триста дійних корів.

Структура посівних площ і урожайність сільськогосподарських культур в СТОВ «Цукровик» за 2020 рік наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Структура посівних площ і урожайність сільськогосподарських культур

| Культура | Площа, га | Урожайність, ц/га | Вадовий збір, ц |
|---------------|-----------|-------------------|-----------------|
| Озима пшениця | 300 | 43 | 12900 |
| Кукурудза | 250 | 75 | 18750 |

| | | | |
|----------------|-----|-----|--------|
| Ячмінь | 230 | 28 | 8960 |
| Цукрові буряки | 390 | 400 | 156000 |
| Соняшники | 100 | 21 | 2100 |

СТОВ «Цукровик» є найбільшим постачальником цукрової сировини на Линовецький цукровий завод. Господарство не в повній мірі забезпечене сучасними бурякозбиральними комбайнами, тому є потреба в удосконаленні і використанні застарілих машин в тому числі і вітчизняних

Провівши аналіз показників роботи бурякозбиральних комбайнів в господарстві зробити наступний висновок, що частина прибутку від реалізації цукрової сировини втрачається через те, що корені які надходять від застарілих комбайнів мають значну забрудненість. Існуючі конструкції очисників та інших робочих органів та їх компоновки в машинах не в повній мірі дозволяють досягти відповідної якості збирання коренеплодів, а існуючі конструкції сепараторів не забезпечують належного відділення з вороху домішок ґрунту та рослинних рештків, або є енергоємним та конструкційно складним.

Підвищення показників якості роботи очисників, які разом з копачами є основними робочими органами бурякозбиральних машин повинно вирішуватись комплексно, на основі аналізу процесів взаємодії коренеплодів з поверхнями очисників, що дозволить на більш високому науково-практичному рівні здійснювати вибір раціональних параметрів нових робочих органів.

Тому удосконалення конструкцій очисників та обґрунтування їх раціональних параметрів дозволить підвищити технічний рівень бурякозбиральних машин, що на даний час є актуальним завданням.

2. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ І МАШИН ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1. Способи збирання цукрових буряків, їх фізико-механічні властивості у період збирання й агротехнічні вимоги до коренезбиральних машин

Цукрові буряки є найбільш затратною сільськогосподарською рослиною щодо вирощування та збирання. Досягти гарних результатів і

водночас зменшити затрати на отримання високого врожаю цієї культури,

можна застосуванням прогресивних технологій їх вирощування, дотриманням

вимог сучасної культури землеробства. Це все потребує відповідних

агротехнічних прийомів, своєчасного та високоякісного їх виконання.

Розміщення у сівозміні за кращими (відповідними) попередниками;

раціональна схема сівби; внесення науково-обґрунтованих доз добрив;

удосконалення системи підготовки ґрунту; сівба відкаліброваним

(одноростковим) гранульованим насінням; поєднання різних заходів боротьби

з бур'янами, шкідниками і хворобами; формування рівномірної густоти

насаджень, де б кожна рослина мала велику площу живлення водою та

добривами; своєчасний міжрядний обробіток, який забезпечив би добру

освітленість і сприяв рівномірній транспірації; відповідна підготовка до

збирання; збирання врожаю у відповідні агротерміни; вибір раціонального

способу збирання з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов, наявної техніки

та відстаней до переробних підприємств; застосування сучасних машин та

знарядь [2, 3, 6, 7, 14].

Є дві технології збирання цукрових буряків, які різняться набором відповідних машин для їх виконання.

- пряме комбайнування, збиральні операції (обрізання гички і збирання

коренеплодів) виконують однією машиною (комбайном);

- розділене збирання, збиральні операції виконують різними

машинами (гичко- і коренезбиральними)

Способи збирання цукрових буряків

Значного скорочення затрат праці і матеріальних коштів на збиранні

цукрових буряків можна досягти, застосовуючи потоковий, перевалочний і

потоково-перевалочний способи збирання.

Основний спосіб збирання — потоковий. Він забезпечує мінімальні затрати праці і коштів, високу якість бурякової сировини та менші втрати і пошкодження коренеплодів за рахунок безпосередньої доставки на цукровий завод і уникнення тимчасового зберігання їх у польових кагатах.

Коренеплоди, зібрані поточним способом, краще зберігаються у призаводських кагатах. Втрати їх маси від загнивання в 1,5-3,0 рази менше, ніж у коренеплодів, зібраних перевалочним способом. Проте застосування поточного способу потребує більшої кількості транспортних засобів, більше витрат пального і зносу автомобілів, що рухаються поряд з коренезбиральними машинами на малій швидкості. До того ж при цьому знижується ефективність застосування великовантажних автомобілів та автопоїздів.

Перевалочний спосіб збирання слід застосовувати тільки в екстремальних умовах (дуже вологий або сухий, твердий ґрунт, підвищена забур'яненість плантацій), коли ворох коренеплодів значно забруднений землею, рослинними рештками. Його слід застосовувати лише в обсязі, що дозволяє створений за день збирання запас коренеплодів вивезти на цукровий завод протягом доби. Слід також відзначити, що при перевалочному способі збирання значно підвищується ефективність використання великовантажного автотранспорту, зменшується порівняно з поточним забур'яненість сировини землею, рослинними рештками, завдяки чому знижуються обсяги нераціонального перевезення землі у вигляді домішок, зростає можливість транспортування буряків за несприятливих погодних умов.

Проте слід пам'ятати, що при перевалочному способі збирання зростають втрати сировини, погіршується її якість у зв'язку зі збільшенням кількості пошкоджених коренеплодів під час їх укладання і тимчасового зберігання в польових кагатах.

Спочатку збирати буряки доцільно з полів, віддалених від доріг з твердим покриттям, більш раннього строку сівби, а також з ділянок,

пошкоджених хворобами і шкідниками, з нерівномірним розміщенням рослин і наявністю великих дуплистих коренеплодів, при збиранні яких найбільш імовірно їх пошкодження. Буряки з них подів слід негайно відвозити на цукрові заводи і відразу переробляти.

Розпочинати збирання буряків потрібно з поворотних смуг. Ширина поворотної смуги повинна бути 21,6 м (4 проходи 12-рядної сівалки, або 48 рядків). Перший прохід гичкокоренезбирального агрегату розпочинають з середини поворотної смуги, від стикового міжряддя, з праворуч частини за ходом руху (рис.1.1).

Після збирання буряків на поворотних смугах поле розбивають на заїмки з оптимальною кількістю рядків 240, тобто кратне ширині робочого захвату машини. Ширина міжзаїмкових проходів має дорівнювати 12 рядкам; межі заїмок мають проходити по стикових міжряддях. Для проходу транспортних агрегатів з кожного боку заїмки збирають по шість рядків (рис.). Спосіб руху збиральних агрегатів комбінований. Спочатку збирають 2/3 рядків на кожній заїмці, а незібрані рядки, що залишилися посередині, збирають з двох суміжних заїмок одночасно. Це заощадить час на повороти і холості заїзди і значно скоротить витрати пального на виконання непродуктивної роботи.

При масовому збиранні цукрових буряків застосовують групове використання комплексу машин у складі збирально-транспортних загонів. Всі бурякозбиральні агрегати загону працюють на одному полі, але кожний у своїй заїмці. За кожним проходом збирального агрегату ланка із 3-5 робітників підбирає втрачені коренеплоди.

Всі зібрані буряки протягом доби необхідно вивезти на бурякоприймальні пункти. Недотримання цих умов призводить до значних втрат урожаю, зниження технологічних якостей сировини (коренеплоди, укладені в катати і залишені в них на одну добу, втрачають 0,8-1,4 % маси, а не підібрані за агрегатом – 8 % кожний день).

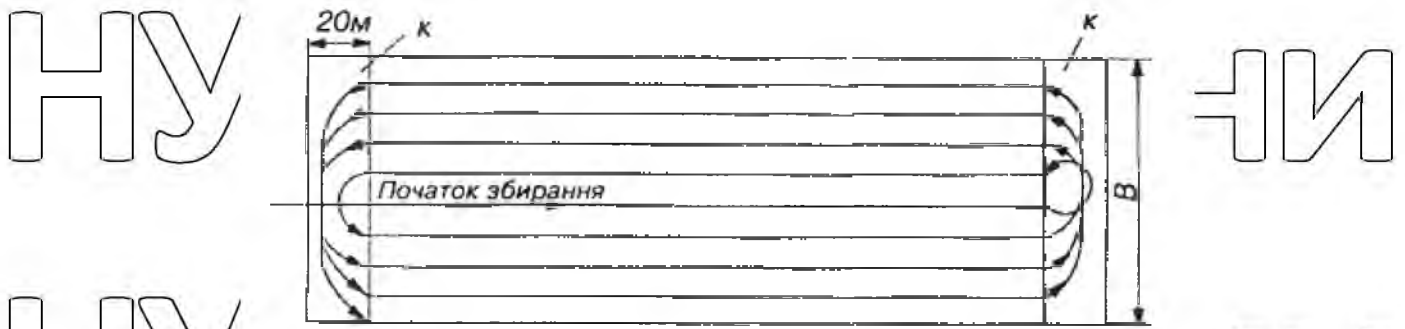


Рис. 2.1. Схема руху збиральних агрегатів на поворотних смугах

(B — ширина поворотної смуги, K — кінцеві ділянки поворотної смуги)

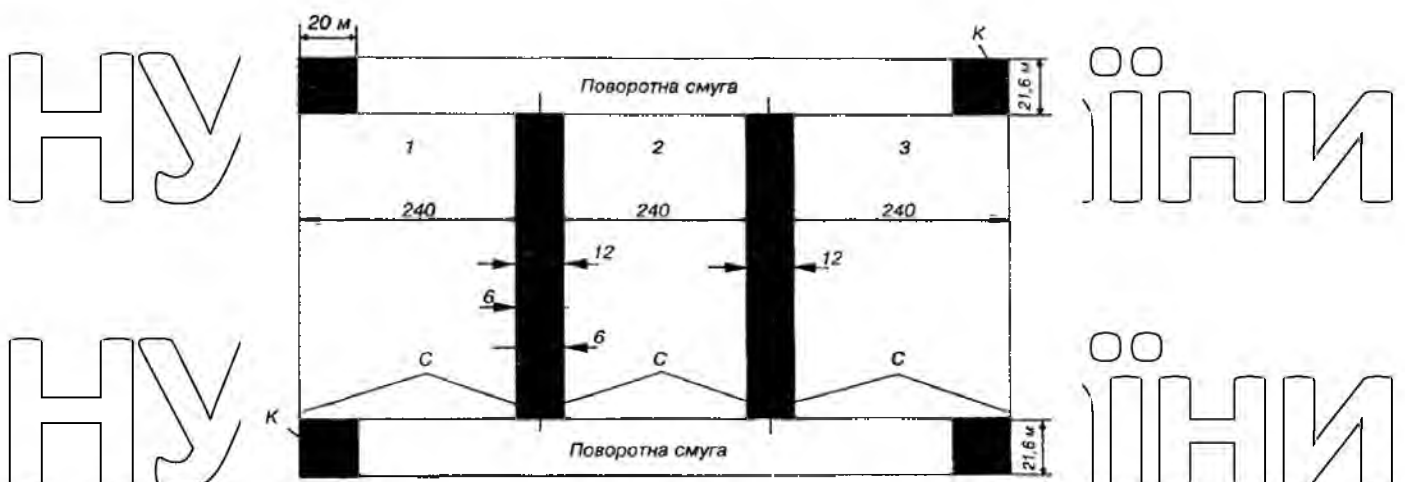


Рис.2.2. Схема розбивки поля на загінки

де: 1, 2, 3 — номери загінок по 240 рядків при збиранні цукрових буряків машинами БМ-6, БМ-6А, КС-6 та РКС-6;

6 — число рядків в кожного боку загінки, на якій збирають цукрові буряки;

K — кінцеві ділянки поворотних смуг, на яких для розворотів агрегату буряки збирають вручну;

C — стигові міжряддя.

Машини, які застосовують для збирання врожаю цукрових буряків, можуть бути як самохідні, так і причіпні. Вони значно відрізняються

конструкцією робочих органів, завдяки яким можуть забезпечити одно-, дво- і трифазні способи збирання [2, 3, 6, 7, 14, 21, 22].

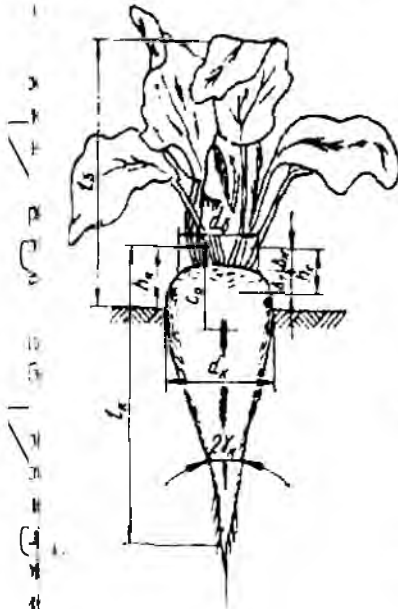
Для господарств з невеликими площами посівів під буряки, 40...50 га, доцільно застосовувати машини, які забезпечують однофазне збирання. На площах 80...150 га ефективніша важкова технологія; залежно від набору машин може бути дво- або трифазна.

Для двофазної застосовують комбінований агрегат: на передній начіпній системі трактора встановлюють гичкозбиральну машину; а на задній – напівначіпну коренезбиральну машину, яка викопує і складає коренеплоди у валок. З валків корені підбирають і завантажують у транспортні засоби навантажувачами (начіпними або самохідними).

Інший варіант двофазного способу: перший прохід – збирання гички, другий – викопування й навантаження коренеплодів у транспортний засіб.

Агротехнічні і експлуатаційно-економічні показники роботи бурякозбиральної техніки суттєво залежать як від фізичного стану і типу ґрунтів, так і від агрофізичних характеристик коренеплодів.

Під час збирання коренеплоди цукрових буряків мають конусоподібний головний корінь (рис. 2.3), від якого відходять в



боки (на 20...25 см) дрібні корінці. Основна маса цукру (95...97 %) зосереджена в стовпі кореня, що визначається довжиною l_k . Нижня хвостова частина головного кореня проникає глибоко в ґрунт

(більше 1 м) і при викопуванні, як правило, обривається на діаметрі 8...10 мм та залишається в землі.

Рис. 2.3. Агрофізичні характеристики коренеплоду цукрового буряка:

d_K - діаметр; l_k - довжина; d_b - діаметр пучка

гички; h_G - висота голівки коренеплоду, h_k - висота голівки коренеплоду над рівнем ґрунту; CO - координата центра

ваги; Δ_k - товщина зони коронки;

АТ – товщина зони «вічок»; $2\gamma_K$ – кут конусності

Розмірні і масові характеристики коренеплодів, а також їх розташування на полі є випадковими і коливаються в певних межах – вони представлені в табл. 2.1

Таблиця 2.1

Розміри і масові характеристики коренеплодів цукрового буряку

| Показник | Значення показника |
|--|---------------------|
| Ширина міжрядь В, мм | |
| — на поливних землях | 600 ⁺ 40 |
| — при звичайному посіві | 450 ⁺ 30 |
| — при вузькорядному посіві | 300 ⁺ 30 |
| Відстань між коренеплодами L, мм | 180...350 |
| Діаметр d_K , мм | 67...122 |
| Довжина l_K , мм | 230...280 |
| Кут конусності γ_K , град | 9,45...18,38 |
| Висота голівки h_G , мм | 10,4...32,4 |
| Висота над рівнем ґрунту h_K , мм | 18,4...42,4 |
| Маса коренеплоду Q_K , кг | 0,311...1,548 |
| Густина коренеплоду ρ_K , кг/м ³ | 550...650 |
| Товщина зони коронки k, мм | 13,2...16,2 |
| Товщина зони «вічок» t , мм | 8,0...21,4 |
| Маса коронки g_K , г | 54,7...95,4 |
| Маса зони вічок g_K , г | 62,1...122,5 |
| Координата центра ваги S_D , мм | 94 |
| Маса гички Q_G , кг | 0,11...0,80 |
| Густина гички ρ_G , кг/м ³ | 140...160 |
| Урожайність коренеплодів, т/га | 25...80 |

В таблиці 2.2 наведені коефіцієнти тертя коренів по різних поверхнях. Дослідження властивостей на міцність коренів цукрових буряків діаметром 70-80 мм встановлено, що при навантаженні до 1кН пошкодження відсутні, при 2кН з'являються тріщини у 2,5% коренеплодів, при 3кН пошкодження 15% і при 3,8 кН -75,6% коренеплодів.

При падінні коренів буряка масою 150-900г на листову сталь з висоти 0,25 м з'являються тріщини у 8,3% коренеплодів. Падіння на інші поверхні супроводжується значно більш високою кількістю пошкоджень. Так при

падінні на прутковий елеватор з висоти 0,25 м виривання м'якоті спостерігалось у 4,8-33,3%, тріщини - у 8,3-23,0% і в м'якоти - у 13,3-38,5%.

При падінні кореня на корінь з висоти 0,5 м у 9,1% коренеплодів спостерігалось виривання м'якоті.

Таблиця 2.2

Коефіцієнти тертя елементів рослин

| Поверхня тертя | Корені | | |
|-------------------------|----------------------------|------|------|
| | Навантаження на корені, кг | | |
| | власна | 30 | 120 |
| Сталь шліфувана | 0,54 | 0,37 | 0,32 |
| Сталь листовая (прекат) | 0,63 | 0,47 | 0,37 |
| Прогумований ремінь | 0,73 | 0,56 | 0,51 |
| Оброблена сосна | 0,73 | 0,65 | 0,51 |

У коренеплоді цукрових буряків розрізняють: головку (вкорочене стебло), шийку (підсім'ядольне коліно-частина коренеплоду, яка не має листків і бокових корінців), і власне коренеплід, що має форму конуса, на якому утворюються бокові корінці.

Для інтенсивної технології велике значення мають габітус рослин і форма коренеплоду, особливо його головки. Найбільш "технологічними" з цієї точки зору є рослини сортів і гібридів з правильною конусовидною формою коренеплоду, невеликою головкою, що рівномірно виступає над поверхнею ґрунту, компактною розеткою прямих листків.

Розміщення коренеплодів у ґрунті визначається міжряддям В; відстанню між рослинами у рядку, тобто кроком с (200...300 мм); положенням коренів по висоті відносно поверхні ґрунту – h (15...20 мм). Цукрові буряки мають потовщений конусоподібний головний корінь, від якого відходять на боки (на 25...30 см) дрібні корінці. Основна маса цукру (95...97 %) накопчується у тілі кореня. Технічна довжина ІТ коренів цукрових буряків – 220...250 мм. Діаметр коренеплодів у найтовшій частині – 80...100 мм, буває і більше, залежно від умов вирощування.

Величина міжряддя впливає на габаритні розміри машин, розміщення і розміри виконавчих механізмів, а також на прохідність. Доцільно виконувати посів із широкими міжряддями (60 см і більше). Крек σ і висоту h враховують при обґрунтуванні параметрів і режимів роботи гнчкозрізаючих та виконуючих робочих органів [2, 3, 6, 7, 14, 21, 22].

Агротехнічні вимоги до процесів збирання цукрових буряків

Таблиця 2.3.

| Показник | Вимоги і допуски |
|---|---|
| Технологічні процеси збирання гнчки | |
| Зрізування головок коренеплодів | Прямий – 90% (косий – до 10%) Гладенький – 98% (+2%) Без сколювання – 100% (-2%) |
| Знаходження площини зрізування | Не нижче рівня основи нижніх зелених черешків гнчки (не вище 2 см від верхка головки коренеплоду) |
| Відсоток коренеплодів зі зрізом вище 2 см від верхньої головки | до 5% |
| Відходів головок в гнчку при обрізуванні | до 5% (-2%) |
| Загальні втрати зеленої маси гнчки під час збирання на корм | до 10% (-5%) |
| Відсоток землі наявний у воросі гнчки | до 0,5% (-0,3%) |
| Відсоток коренеплодів, вибитих з ґрунту робочими органами | 0(+0,1%) |
| Спосіб збирання | Потоковий, або з розкиданням по полю |
| Технологічні процеси збирання коренеплодів | |
| Повнота викопування коренеплодів робочими органами | 98,5% (+1,5%) |
| Втрати коренеплодів і їх частин в ґрунт і на поверхні поля | до 1,5% (-0,5%) |
| Потшкодження коренеплодів: - всього; - у тому числі значні | до 20% ($\pm 5\%$) до 5% ($\pm 2\%$) |
| Забрудненість вороху коренеплодів: - загальна; - у тому числі зеленою масою | до 10% ($\pm 2\%$) 3,0% (-1,5%) |
| Спосіб збирання | Потоковий (потоково-перевалочний) |
| Навантаження коренеплодів | |
| Повнота підбирання вороху коренеплодів навантажувачем-очищувачем з кагату | до 99,5% (-0,5%) |
| Засміченість землею | до 1,0% |
| Кількість сильно пошкоджених коренеплодів | до 3,0% ($\pm 1,0\%$) |

Під час конструювання коренезбиральних машин враховують такі основні силові характеристики цукрових буряків: зусилля зв'язку коренів із

грунтом, міцність гички і тимчасовий опір коренів згину. Перші дві важливі для розрахунку викопуючих пристроїв. Зусилля необхідне для витягування із ґрунту невідкопаних коренів більше або дорівнює зусиллю, це викликає розрив гички, тому за гичку із ґрунту можна витягнути менше половини підкопаних коренів. Підкопування коренеплодів розпушує ґрунт і спричиняє відривання бічних корінчиків і хвостика, різко зменшує зусилля витягування коренеплодів. Тимчасовий опір згину коренеплодів невеликий, тому відбувається сколювання тіла коренеплодів викопуючими і гичкоріжучими робочими органами. Під час розрахунку та удосконалення машин необхідно запобігати можливим падінням коренеплодів з висоти 1,5 м, тобто при швидкості співудару 5,4 м/с [2, 3, 7, 14]. Коренеплоди мають бути повністю підкопані і вибиті з ґрунту. Допускається до 1 % втрат коренеплодів, які залишилися у ґрунті, та до 5 % втрат на поверхні. Зрізи головок з гичкою мають бути прямими, гладенькими, без сколів. Відходи цукронової маси в головках, що зрізаються, не більше 5 %. Тому площина зрізу має йти не нижче рівня основи зелених стебел гички і не вище 2 см від вершини. Заемченість коренеплодів зеленою масою не більше 3 %. Не допускається зрізання гички на рівні сплячих вічок, оскільки тоді дуже зростають відходи цукронової маси. Пошкоджених коренеплодів допускається до 20 %, у тому числі сильно пошкоджених до 5 %. Під час навантаження коренеплодів із кагатів підбирання їх має бути не менше 99% кондиційних коренеплодів. Забрудненість вороху після буряконавантажувачів до 5 %, гичкою та рослинними домішками не більше 1 % [2, 3, 6, 7, 21, 22].

2.2 Аналіз конструктивних схем сепарувальних робочих органів

бурякозбиральних машин

НУВІП УКРАЇНИ

Технологічний процес збирання цукрових буряків регламентується в основному агротехнічними вимогами, конструкцією робочих органів і компоновальних схем транспортно-технологічних систем машин. Відокремлення домішок від коренеплодів у загальному контексті технологічного процесу роботи коренезбиральних машин є однією із важливих і складних технологічних операцій.

НУВІП УКРАЇНИ

Для очищення бороху коренеплодів від домішок, які надходять від копачів у кількості 3... 6 кг/г.м до 5... 10 г із 1 га ґрунтових і рослинних домішок, які знаходяться у різних станах, застосовують різні конструкції очисників, які функціонально відрізняються один від одного [1, с. 69].

НУВІП УКРАЇНИ

Удосконалення технічних засобів, які призначені для збирання цукрових буряків, тісно пов'язані з основними технологіями та способами їх збирання, а також із удосконаленням технологічних операцій збирання коренеплодів (рис. 2.4.а): збирання основного масиву гички та обрізування її залишків на головках коренеплодів; викопування, формування валка викопаних коренеплодів; очищення викопаного бороху коренеплодів від компонентів домішок; завантаження очищених коренеплодів у транспортний засіб, або бункер коренезбиральної машини [2, с. 77-79].

НУВІП УКРАЇНИ

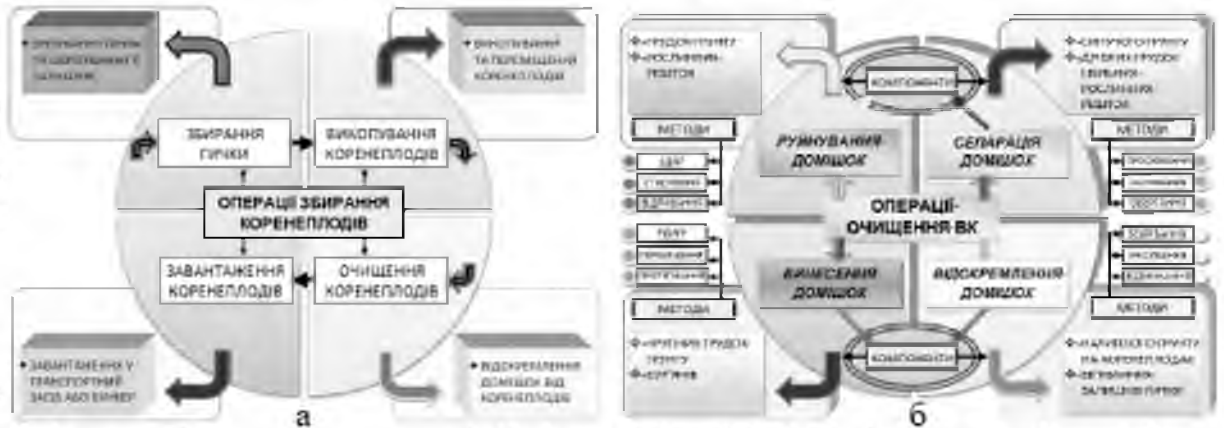


Рис. 2.4 Структурна схема: а - операції збирання коренеплодів; б -

НУВІП УКРАЇНИ

операцій і методів очищення коренеплодів від домішок

У технології виробництва цукрових буряків найбільш трудомістким і недосконалим є процес викопування коренеплодів з ґрунту та їх очищення від ґрунтових і рослинних домішок. Домішки, які є ґрунтового та рослинного походження, знаходяться відносно коренеплодів у вільному та «зв'язаному» станах: вільні ґрунтові домішки, або сипучий ґрунт, грудки ґрунту різного діаметра – від 20 до 100 мм і різної вологості – від 13 до 28% [3, с. 112-113] та вільні рослинні домішки, або втрачена гичка, бур'яни; «зв'язані» ґрунтові домішки, або налиплий ґрунт на поверхні тіла коренеплодів та «зв'язані» рослинні домішки, або залишки гички на головках коренеплодів. При цьому особливості структури даного складного та багатогранного робочого реологічного середовища та динамічної системи «коренеплід-домішки-очисник вороху» мають істотний і суттєвий вплив на основні показники технологічного процесу відокремлення домішок від коренеплодів робочими органами очисників [4, с. 153, 167].

Тому для відокремлення домішок, які знаходяться відносно коренеплодів у різних станах, необхідно застосовувати різні види механічної взаємодії різних форм робочих поверхонь очисників із компонентами домішок, які також різні за своїми властивостями. При цьому необхідно забезпечувати максимальне зниження їх кількості (не більше 8-10%), мінімальні пошкодження (до 10...15%) та втрати (до 2,0%) коренеплодів [5, с. 245-248].

У цьому аспекті кількість домішок у коренеплодах характеризує якість його сировини, а кількість пошкоджень і втрат коренеплодів – масову кількість сировини для переробки, що в обох випадках знижує показники якості та кількість продукції її переробки [6, с. 15, 76-78].

До основних операцій відокремлення домішок від коренеплодів, які виконують очисники коренезбиральних машин, належить:

- руйнування домішок (грудок ґрунту й рослинних решток) методами удару, стиснення, відривання;

- просіювання вільних домішок (сипучого ґрунту, дрібних грудок ґрунту та рослинних решток) методом сепарації домішок через зазори очисних робочих органів;

- відокремлення зв'язаних домішок (налиплого ґрунту та залишків гички на коренеплодах) методами зскрібання, зчісування, відминання.

Як правило, в усіх очисниках вороху очищення коренеплодів відбувається за принципом розділення розмірних характеристик компонентів вороху та їх фрикційних властивостей за одночасного забезпечення функції переміщення вороху та просіюванням складових компонентів домішок через зазори сепарувальних робочих органів.

Маявні та різні за своєю структурою компоновальні схеми та робочі органи очисників і створені на їх базі очисні системи вороху коренеплодів, які відрізняються один від одного не тільки конструктивними критеріями, але й принципом дії або способом відокремлення домішок. Загальна класифікація очисників вороху коренеплодів наведена на рис. 2.5.

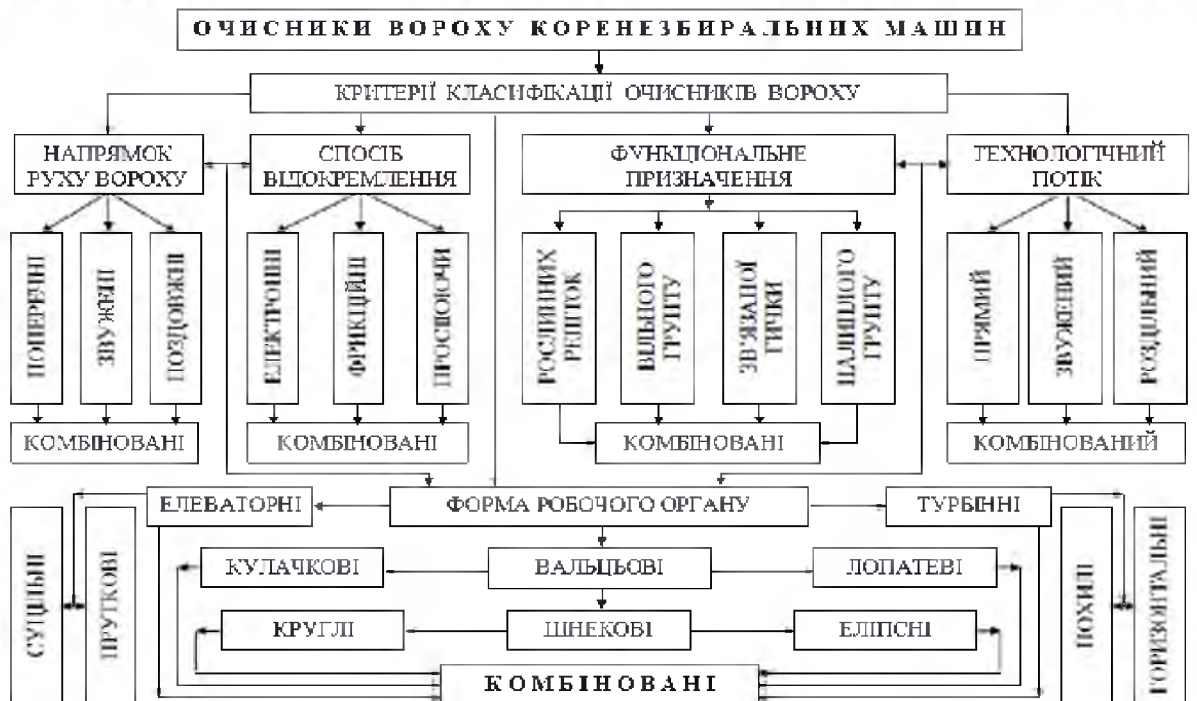


Рис. 2.5. Класифікація очисників вороху коренеплодів

Комбіновані очисні системи розташовують в кінці технологічного процесу очищення вороху коренеплодів. Вони є доочищувачами, тому що їх функціональне призначення – кінцеве доочищення коренеплодів від домішок і до них висуваються особливі умови, а саме максимальне відділення залишкових домішок при мінімізації пошкоджень і втрат коренеплодів.

До фрикційних очисних робочих органів відносять різні комбінації гірок, як поздовжніх, так і поперечних. Вони виконані у вигляді замкнутих стрічкових транспортерів, напрям руху яких, відповідно, або збігається з напрямком руху вороху, або навпаки. У фрикційних очисниках, для розділення вороху на складові компоненти домішок – вільного ґрунту та втраченої гички, рослинних залишків тощо, використовується різниця коефіцієнтів тертя коренеплодів і домішок.

Очисний ефект, або сепарація домішок у роторних очисниках досягається за рахунок просіювання землі через решітчасту поверхню диска роторної турбіни та направляючих бокових решіток, рис. 2.6. Вони застосовуються практично у всіх сучасних західноєвропейських самохідних бункерних комбайнів: “Tim”, “Thyregot” (Данія); “Kleine”, “Stoll”, “Holmer”, “WKM” (ФРН); “Moreau”, “Herriau”, “Matrot” (Франція) тощо.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

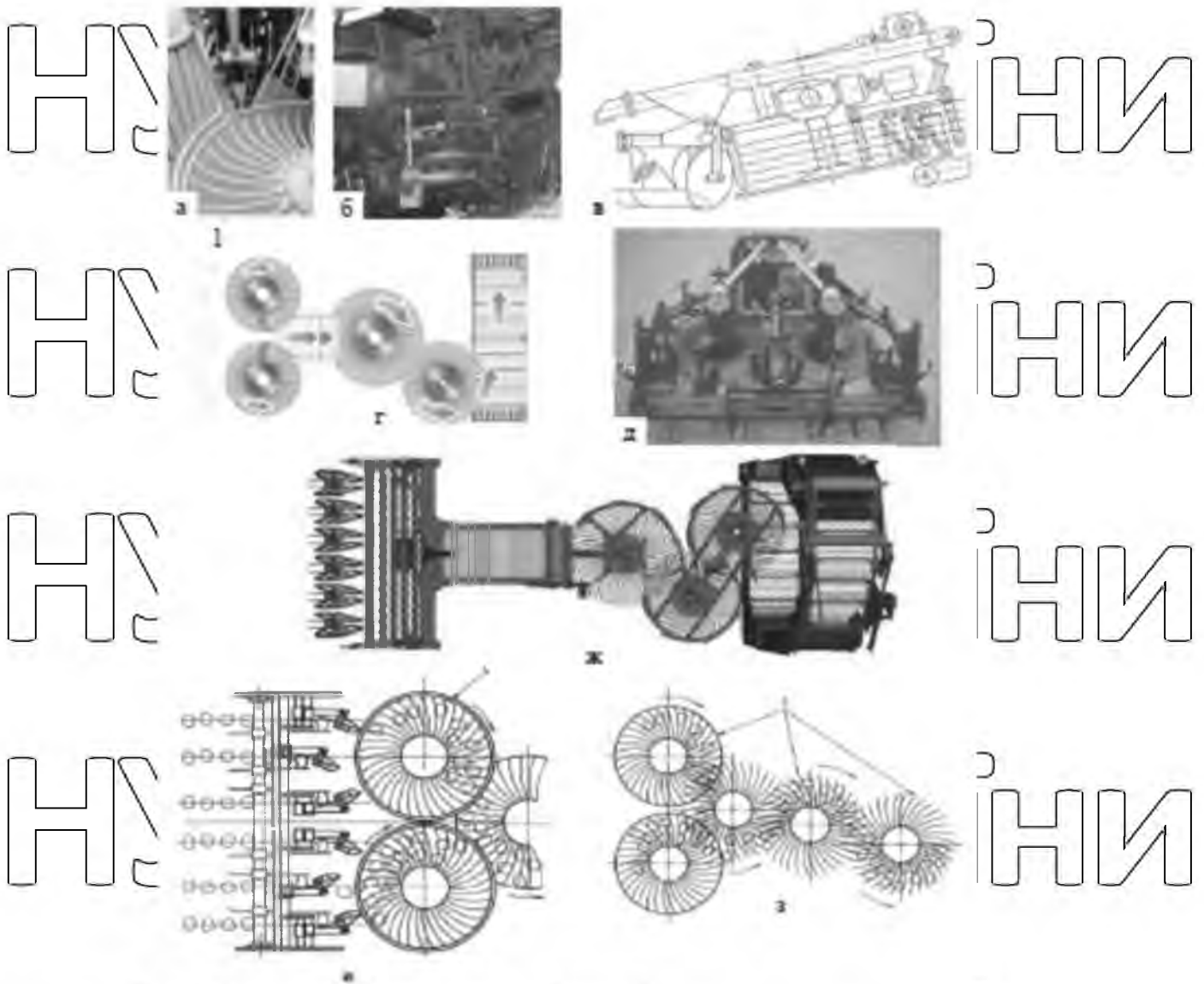


Рис. 2.6. Загальний вигляд і конструктивні схеми роторних очисників

Очисники роторного типу характеризуються простотою і незначною матеріаломісткістю, однак мають ряд недоліків. Із-за наявності зазору в зоні переходу вороху з одного диска на другий спостерігаються втрати коренеплодів внаслідок вмивання їх в ґрунт, а також згуження маси при сходженні потоків, які поступають з двох дисків. Крім того, роторні очисники травмують коренеплоди при переході їх з одного диска на другий в основному внаслідок злому їх хвостової частини і ефективно працюють лише при великих кутах нахилу дисків (турбін) і центральному куті обтікання очисного ротора не менше 50° , що значно обмежує їх застосування [7, с. 108-110].

Для підвищення процесу очищення вороху коренеплодів від домішок шляхом розмежування напрямків руху компонентів вороху коренеплодів

(домішок і коренеплодів) та інтенсифікації відокремлення домішок від коренеплодів запропоновано застосовувати комбіновані очисні системи, які виконано у вигляді різних комбінацій транспортних і шнекових очисних робочих органів (рис. 2.7.). Вони застосовуються залежно від конкретних функцій очисних пристроїв, умов роботи, а також для регулювання ступеня агресивної дії очисних поверхонь на коренеплоди. Тому у компоновальних схемах коренезбиральних машин знаходять застосування очисники, які покращують очищення коренеплодів від домішок за рахунок меншої агресивної дії робочих поверхонь на коренеплоди. Зменшення агресивності

впливу робочих органів на коренеплоди в напрямку руху потоку вороху від копача обумовлене тим, що зростає ймовірність взаємодії робочих органів з чистою поверхнею коренеплодів, де пошкодження можуть бути максимальними [8, с. 165]. Недоліками цих очисних систем є незадовільні

показники якості очищення вороху коренеплодів в умовах надмірної вологості ґрунту – аналогічно шнекам круглого перерізу еліпсні шнеки залипають вологим ґрунтом і втрачають працездатність, а також наявні пошкодження коренеплодів внаслідок їх вертикального осцилюючого руху при його поздовжньому переміщенню над еліпсними валами [9, с. 300-302].

Підвищення технологічної ефективності очисної системи вороху коренеплодів за рахунок збільшення активності їх робочих поверхонь було досягнуто шляхом розмежування одного суцільного потоку коренеплодів і домішок на два взаємно перпендикулярні потоки, яке реалізовано на основі застосування комбінованих очисників вороху.

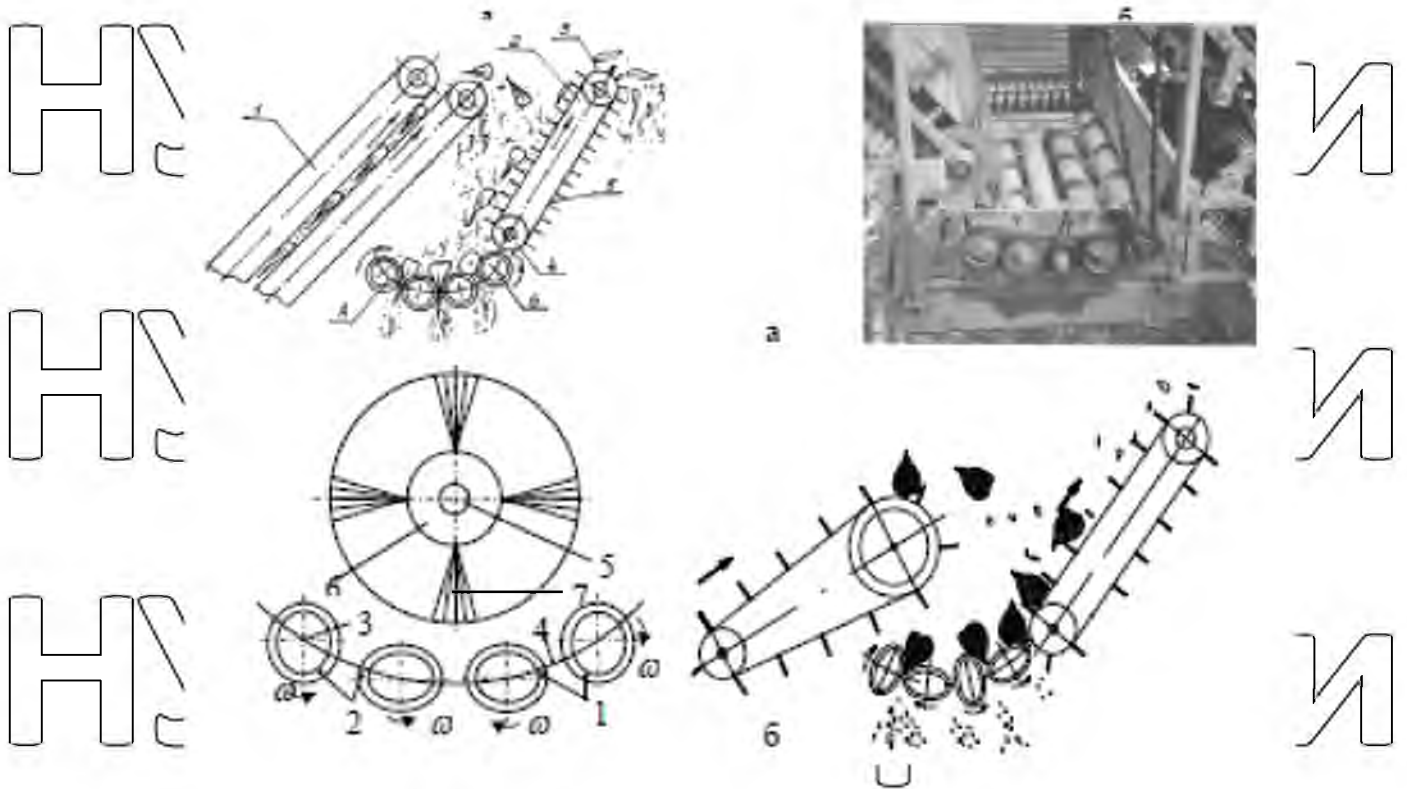


Рис. 2.7. Схеми та загальний вигляд очисних систем: а – з шнеками круглого перерізу; 1 – транспортер; 2 – пальчикова гірка; 3, 4 – приводний і введений вал; 5 – палець гірки; 6 – шнековий очисник; б – із еліптичними шнеками; 1, 2 – ліва та права системи еліптичних шнеків; 3 – вісь обертання; 4 – нижня вітка еліпса; 5 – очисний вал; 6 – барабан; 7 – очисні елементи

Базовими елементами очисників є прутковий транспортер 1 (рис. 2.8а) та встановлений із зазором над прутками 2 транспортера і перпендикулярно напрямку його швидкості руху робочої гілки $U_{тр}$ відвідного шнека 3. На трубі 4 шнека по гвинтовій лінії закріплено спіральні витки 5, між якими змонтовано очисні пружні елементи 6, які набрані із пучків ворсу 7. Напрямок навивання гвинтової лінії спіральних витків і очисних пружних елементів зустрічний.

НУБІП України

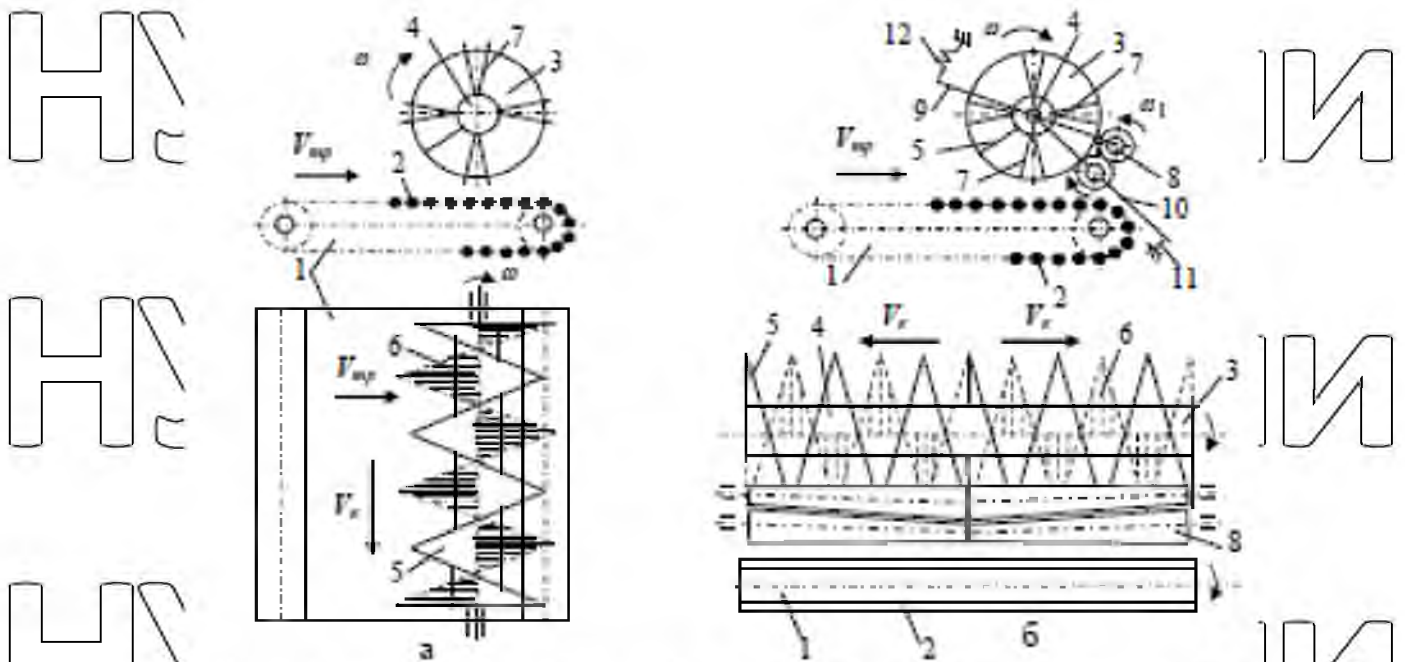


Рис. 2.8. Конструктивна схема комбінованого очисника

За шнеком, у сторону вихідного кінця транспортера змонтовано пару приводних циліндричних відминальних вальців 8 (рис. 56), які встановлені один над одним і над транспортером. Відминальні вальці встановлені на шарнірно закріплених верхньому 9 та нижньому 10 важелях. Поворот нижнього важеля обмежений встановленими упорами 11, а верхній відминальний валець за рахунок пружини 12 виконаний підпружиненим відносно нижнього відминального вальця. Основним недоліком роботи таких комбінованих очисних систем є незадовільне очищення налиплого ґрунту на поверхні тіла коренеплодів у зв'язку з конструктивною неможливістю ступеневого регулювання необхідної кутової швидкості очисних елементів, яка була б відмінною від кутсової швидкості шнека та за якої б забезпечувалося повне відокремлення налиплого ґрунту з поверхні коренеплодів із врахуванням ступеня їх пошкодження. Але конструктивно-технологічні переваги цих очисних комбінованих систем, або простота конструкції та значний ресурс роботи шнека, задовільні показники якості роботи у важких ґрунтово-кліматичних умовах збирання, є передумовою подальшого удосконалення конструктивно-технологічних ознак функціонування даних

комбінованих очисників. Для реалізації принципів очищення коренеплодів цикорію від домішок інтенсифікації процесу відокремлення домішок від коренеплодів, запропоновано удосконалену схему очисника вороху коренеплодів цикорію з комбінованим робочим органом, яку наведено на рис.

2.9.

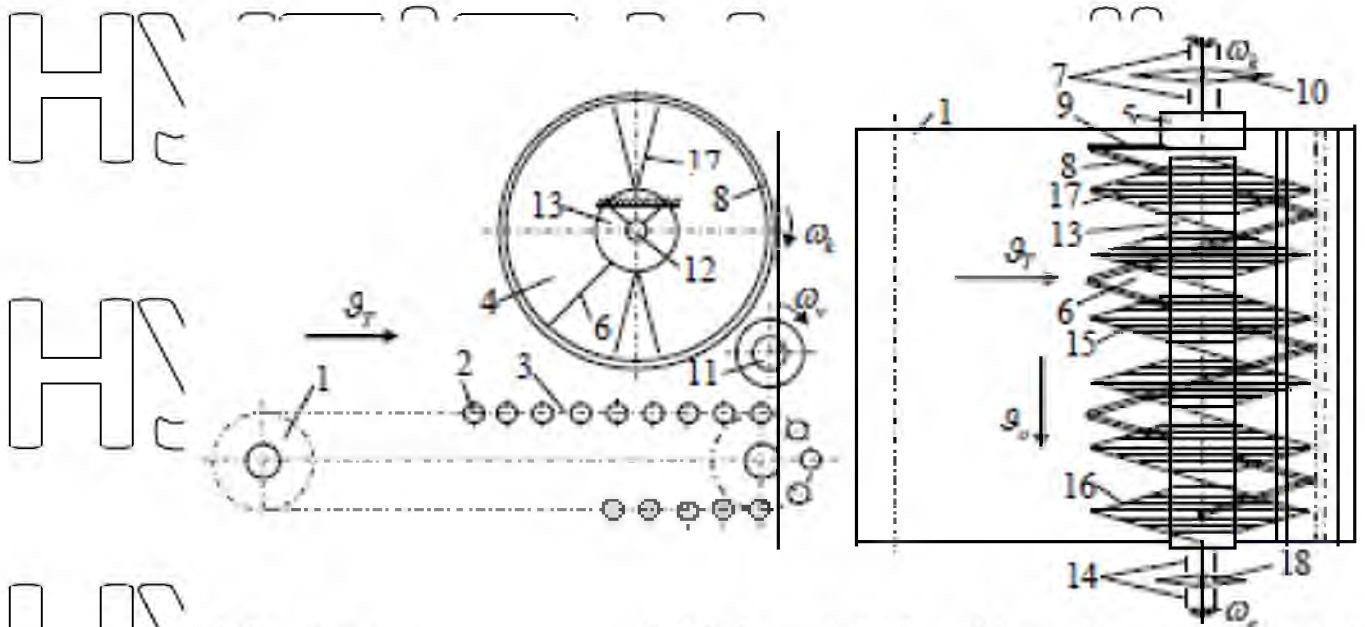


Рис. 2.9. Конструктивна схема очисника вороху: 1 – подавальний транспортер; 2 – пруток; 3 – робоча гілка; 4 – комбінований робочий орган; 5 – пустотілий гвинтовий циліндр; 6 – виток; 7, 14 – опора; 8 – труба; 9 – фланець; 10, 18 – зірочка; 11 – відкидний валець; 12 – приводний вал; 13 – барабан; 15, 16 – гвинтова лінія; 17 – очисні елементи.

При подачі вороху, складовими компонентами якого є коренеплоди з налиплим ґрунтом і рослинними рештками, залишками гички на головках коренеплодів і без неї, ґрунтові та рослинні домішки до гвинта 4 відбувається заповнення матеріалом простору між спіральними витками 6 пустотілого гвинтового циліндра 5 та простору між спіральними витками 6 гвинта 4 і робочою гілкою 3 подавального транспортера 1. Спіральні витки гвинта, взаємодіючи з коренеплодами, пересувають їх в сторону, тобто знімають їх з подавального транспортера, при цьому спостерігаються випадки співудару коренеплодів і грудок ґрунту з спіральними витками гвинта. Грудки ґрунту

руйнуються, а вся сипуча земля та дрібні рослинні домішки, або просіюються в отвір між прутками 2 подавального транспортера, або сходять з нього, проходячи через зазор між гвинтом і робочою гілкою 3 подавального транспортера. Коренеплоди з налиплим ґрунтом і рослинними домішками на їх тілі, а також непросіяні домішки переміщуються спіральними витками гвинта уздовж осей обертання гвинта і відкидного вальця 11. При цьому, рухаючись в зворотнопоступальному напрямку, пружні очисні елементи 17 приводного вала 12 взаємодіють з тілом коренеплодів, що дозволяє очищати тіло коренеплодів від налиплого ґрунту за рахунок знакоперемінного напрямку прикладання зусиль контакту пружних очисних елементів з поверхнею коренеплодів, а відкидний валець повертає переміщені до нього коренеплоди в зону дії спіральних витків. За рахунок виконання незалежних приводів 10 і 18, відповідно, гвинта та приводного вала можна незалежно один від одного регулювати числові значення кутової швидкості обертання ω_k гвинта та кутової швидкості обертання ω_e приводного вала, що значно підвищує ступінь відокремлення налиплого ґрунту та рослинних домішок на поверхні тіла коренеплодів. Крім того, за рахунок виконання напрямку навивання гвинтової лінії 15 пружних очисних елементів одного заходу протилежного напрямку навивання гвинтової лінії 16 пружних очисних елементів другого заходу забезпечується зворотно-поступальний рух пружних очисних елементів, що дозволяє інтенсифікувати процес відокремлення домішок від тіла коренеплодів.

Конструктивні параметри відомих сепараторів

Технологічні схеми і параметри шнекових і кулачкових очисників наведені в дисертаційній роботі [109]. Як встановлено дослідженнями, оптимальна кутова швидкість кулачків складає 190...200 об/хв., а оптимальний кут нахилу очисника до горизонту складає 15° .

На основі пошукових досліджень, конструкторами розроблені шнекові роторні, кулачкові та бітерні очисники, які широко застосовуються в бурякозбиральних машинах. Так, згідно досліджень проведених на державних

машино-випробувальних станціях встановлені основні конструктивні та кінематичні параметри робочих органів сепараторів коренеплідів цукрових буряків [27; 75].

Параметри бітерних (рис. 1.10) очисних робочих органів

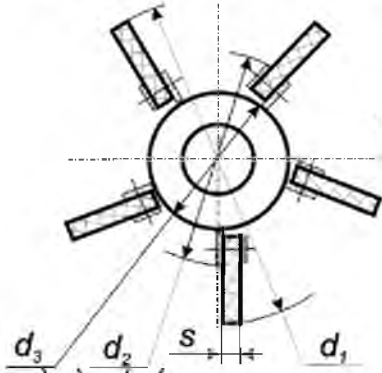


Рис. 1.10. Конструктивні схеми очисників шнекової типу, для шестирядного виконання

$$d_1 = 170 \dots 180 \text{ мм};$$

$$d_2 = 110 \dots 120 \text{ мм};$$

$$d_3 = 54 \dots 60 \text{ мм};$$

$$s = 10 \text{ мм};$$

$$n = 310 \dots 330 \text{ об/хв.}$$

Рациональні конструктивно-технологічні параметри розвідних шнекових

очисників (рис. 1.10): $d_1 = 106 \dots 110 \text{ мм}$; $d_2 = 122 \dots 126 \text{ мм}$; $d_3 = 300 \dots 320 \text{ мм}$; $d_4 = 240 \dots 260 \text{ мм}$; $d_5 = 246 \dots 252 \text{ мм}$; $d_6 = 186 \dots 192 \text{ мм}$; $l_1 = 740 \dots 740 \text{ мм}$; $l_2 = 120 \text{ мм}$; $l_3 = 270 \text{ мм}$; $l_4 = 180 \text{ мм}$; $n_1 = 340 \dots 360 \text{ об/хв.}$; $n_2 = 340 \dots 360 \text{ об/хв.}$; $n_3 = 520 \dots$

530 об/хв.

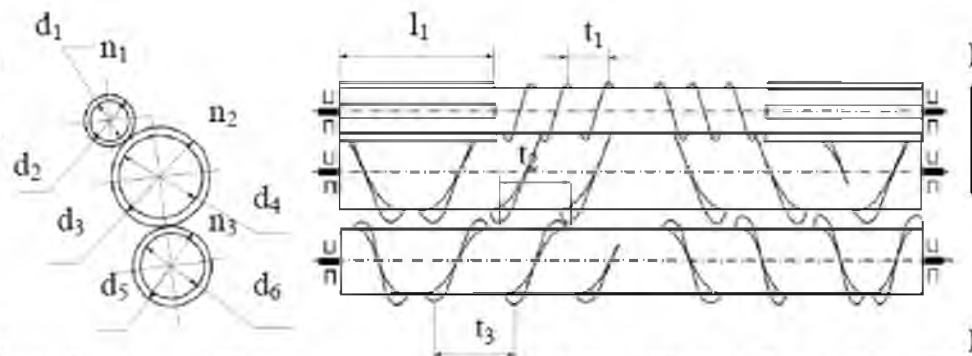


Рис. 1.11. Група розвідних очисних шнеків

Рекомендовані конструктивно-технологічні параметри роторних підбирачів-сепараторів (рис. 1.12 а) знаходяться в наступних межах: $D_1 = 1320$ мм; $\alpha_1 = 18$ мм; $\alpha = 14 \dots 16$ град.; $R_1 = 1220 \dots 1230$ мм; $R_2 = 70 \dots 80$ мм; $n = 32 \dots 36$ об/хв.

Конструктивно-кінематичні параметри кулачкового грудкоподрібнювача; (рис. 1.10 б) $40 < \alpha < 53$ град; $n = 185 \dots 348$ об/хв.; $S = 50$ мм.



а) сепаруючий ротор-підбирач;
б) кулачковий грудкоподрібнювач

Наведені схеми робочих органів та раціональні межі їх параметрів можуть забезпечити якісне виконання технологічного процесу машинами лише в номінальних умовах роботи.

З аналізу проспектів провідних зарубіжних фірм виробників техніки "Tim" (Данія), "Hafslor", "Herriau" (Франція), "Holmer", "Stoll" (ФРН) та інших, встановлено, що ступінь сепарації коренеплодів регулюється застосуванням додаткових очисних пристроїв в залежності від умов роботи [96, 120].

Для підвищення технічного рівня вітчизняної бурякозбиральної техніки необхідно з однієї сторони проводити пошуки перспективних схем і компоновок робочих органів та машин в цілому, а з іншої розробляти методики теоретичного обґрунтування параметрів технологічних вузлів, а також їх експериментальних досліджень.

При виборі параметрів роторного очисника (радіуса диска R , швидкості його обертання w , кута розгашування до горизонту) в першу чергу необхідно враховувати його пропускну здатність [110]:

Висновки. З проведеного аналізу відомих типів бурякозбиральних машин, можна зробити висновок, що на ринку пропонується техніка різного типуажу, починаючи від однорядних причіпних і закінчуючи потужними шестирядними самохідними бункерними комбайнами, для різних технологій збирання цукрових буряків та площ на яких вони вирощуються. Схеми викопувально-очисних пристроїв характеризуються широким спектром їх конструктивного виконання.

2.3. Вибір і обґрунтування розробки

Збирання коренеплодів цукрових буряків технологічно можна умовно розділити на дві фази: руйнування зв'язку коренеплодів з ґрунтом (підкопування), витягування коренеплодів і наступна подача їх на очисні системи.

На теперішній час створено широкий спектр конструкцій робочих органів, вузлів та компоновальних схем коренезбиральних машин. Розробка нових, вдосконалення існуючих моделей та впровадження їх у виробництво і застосування потребує раціонального підходу з врахуванням конкретних умов експлуатації та можливої швидкої зміни і переналагодження їх .

Розробка нових конструкцій робочих органів, які б забезпечували необхідну якість і низьку трудомісткість збирання коренеплодів при будь-якому стані ґрунту, плантацій, і задовольняли б вимогам зменшення матеріало- та енергомісткості бурякозбиральної техніки є актуальним, тому і визначена тема магістерської роботи «Дослідження механізованого процесу збирання цукрових буряків СТОВ «Цукровик» Прилуцького р-ну, Чернігівської області з обґрунтування параметрів очисників коренів».

Якість і надійність процесу збирання цукрових буряків можна значно підвищити, якщо робочі органи будуть краще очищати корені від ґрунту. Тому у даній роботі вирішено удосконалити технологічну схему бурякозбирального комбайна типу МКК-6, а також обґрунтувати параметри роторного очисника коренів. Такі удосконалення дозволять підвищити продуктивність комбайна, а також зменшити забрудненість цукрової сировини.

Для реалізації поставленого завдання за базову модель взято самохідний бункерний шестирядний бурякозбиральний комбайн типу МКК-6, який виконує такі технологічні операції (рис.2.13):

– зрізання гички з розкиданням її на поверхні поля, або завантаженням у транспорт;

– очищення головок коренеплодів, міжрядь та рядків від залишків гички;

– викопування коренеплодів, очищення їх від ґрунту та рослинних залишків,

– навантаження коренеплодів у транспорт.

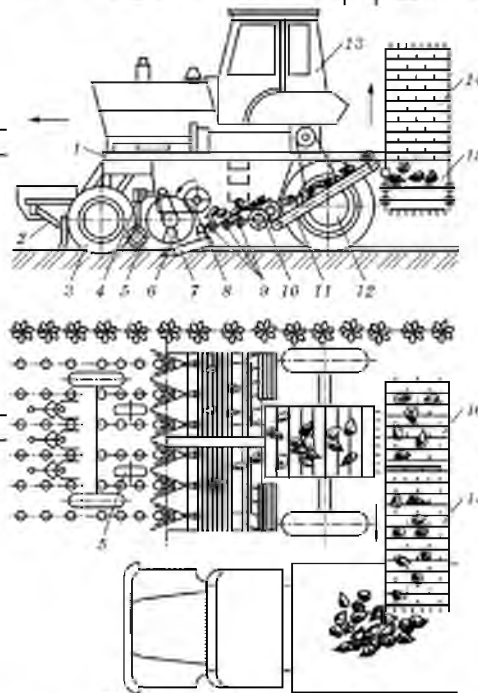


Рис.2.13. Технологічна схема коренезбиральної машини МКК-6

Загальна будова. Коренезбиральна машина МКК-6-02 (рис. 2.13.) складається з основної рами 1, на якій змонтовано коренезбиральну частину і встановлено трактор 13 МТЗ-80/80Л із демонтованими ведучими колесами, мостом керованих коліс, механізмом задньої напівки. Робочі органи коренезбиральної частини приводяться в рух від ВВП трактора.

Коренезбиральна частина має основну раму 1, яка опирається на мости ведучих 12 і керованих 3 коліс, дві секції відчастих викопувальних пристроїв 4, приймальний лопатевий конвеєр-очисник 9, шнековий очисник вороху 10, поздовжній 11 і поперечний 16 конвеєри, вивантажувальний елеватор 14, механізм рульового керування, трансмісію, електричну і гідравлічну системи, автомат керування машиною по осі рядків, систему контролю та сигналізації УСАК-6В.

Технологічний процес роботи. Під час руху машини автомат водіння 2 (рис. 1.11.) спрямовує передні колеса 3 посередині міжрядь, а активні викопувальні вилки 7 секцій робочих викопувальних пристроїв 4 по рядках буряків. Активні конусні вилки 7, обертаючись назустріч одна одній, підкопують коренеплоди конусними наконечниками, витягуючи їх з ґрунту, і вводять у розхил дисків коренезабірників 6. При цьому основна маса землі відокремлюється за рахунок скидання її по боках конусними наконечниками вилки, які обертаються. Викопані коренеплоди захоплюються дисками коренезабірників 6, які їх переміщують вгору до бітерів 8. Підняті коренезабірником 6 корені виштовхуються бітером 8 і спрямовуються на приймальний лопатевий конвеєр-очисник 9, який переміщує ворох до шнекового очисника 10 і частково очищує ворох від землі і рослинних домішок. На шнековому очиснику 10 коренеплоди доочищуються від рослинних залишків і вільної землі і зміщуються ним до центру машини на поздовжній прутковий конвеєр 11, який направляє ворох на поперечний прутковий конвеєр 16. Він спрямовує коренеплоди на вивантажувальний елеватор 14, який подає їх у транспортний засіб, що рухається поряд із збиральною машиною. Під час руху коренеплодів по поздовжньому та

поперечному конвеєрах і вивантажувальному елеваторі вони очищаються від домішок.

Для заміни транспортних засобів без зупинення машини під час роботи передбачена можливість короткострокового вимкнення поперечного конвеєра і вивантажувального елеватора. У цей час коренеплоди нагромаджуються в перехідному бункері-нагромаджувачі 15, дном якого є поперечний конвеєр 16. Після заміни транспортних засобів вмикають привід конвеєрів і коренеплоди знову надходять у новий транспортний засіб.

Ширина захвату 2,7 м, робоча швидкість руху машини 5,0...9,0 км/год, продуктивність 1,3...2,4 га/год.

Недолік очисника базової конструкції – при збиранні цукрових буряків в умовах підвищеної вологості значно збільшується засміченість вороху коренеплодів. Це призводить до зниження продуктивності машини, а для доведення вороху коренеплодів за показниками засміченості до необхідних кондицій необхідно додатково доочишувати корені.

Обґрунтування технологічної схеми комбайна

За даною технологічною схемою бурякозбиральний агрегат рухається таким чином (рис. 2.14). Комбайн рухаючись по середині загінки, що складає вісімнадцять рядків вкладає за собою рядок буряків (шириною близько одного метра) зібраних з шести рядків. Докопавши до кінця комбайн повертає ліворуч, комбайнер вводить в робоче положення виносний транспортер, що подає корені на раніше утворений валок, докопавши до кінця комбайнер знову повертає ліворуч і викопує корені, що знаходяться з правого боку від валка, докопавши до кінця комбайн заходить в нову загінку і процес повторюється.

Зміна напрямку коренеплодів з повздовжнього на виносний транспортер здійснюється за допомогою ротора

Зміна напрямку коренеплодів відбувається таким чином: коренеплоди з повздовжнього елеватора подаються на ротор, в цей час очищаючи коренеплоди від домішок переміщує їх до обмежувача 1 зустрівшись з яким коренеплоди починають зпадати на виносний транспортер. Щоб комбайн мав

змогу вкладати валок за собою комбайнер з місця керування включає гідроциліндр, що переводить рухому решітку-обмежувач 3 до центра ротора, коренеплоди зустріючи обмеження падають в прохід і по прутках скочуються утворюючи валок за комбайном.

Дана прийнята схема забезпечує якісне очищення коренеплодів так як після збирання корені мають можливість підсохнути і при підбиранні навантажувачами коренеплід остаточно очищається. Водночас дана схема дає можливість зняття технологічного транспорту, що рухається поруч.

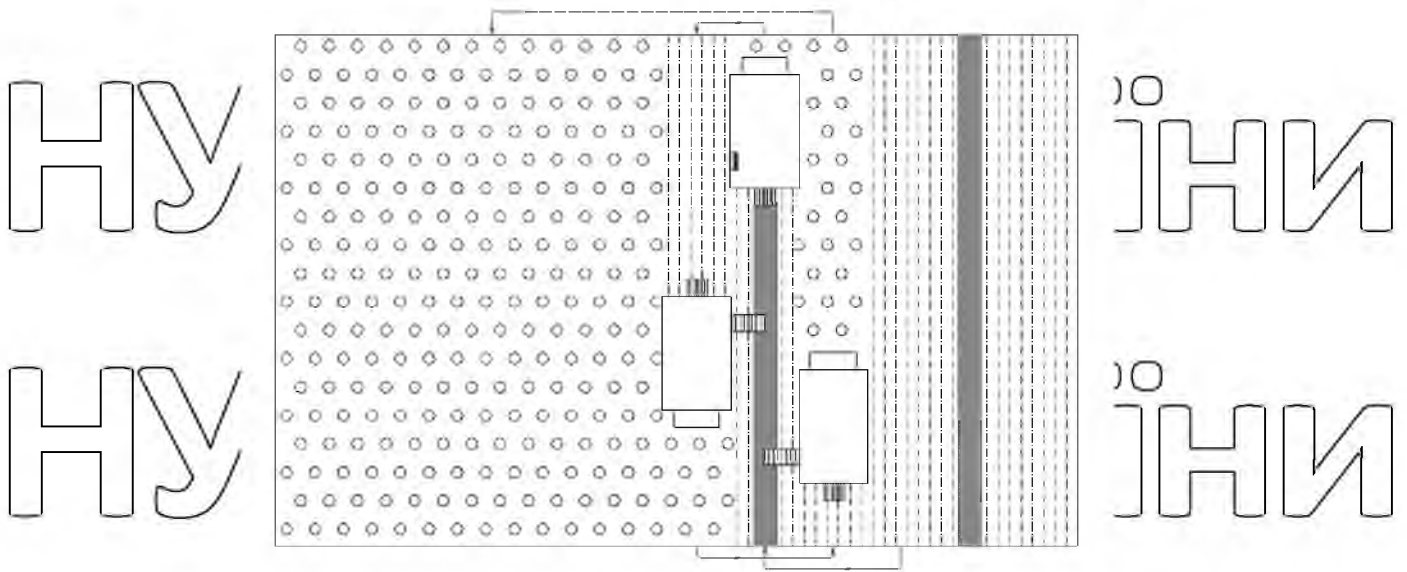


Рис.3.1.Схема руху комбайна по полю

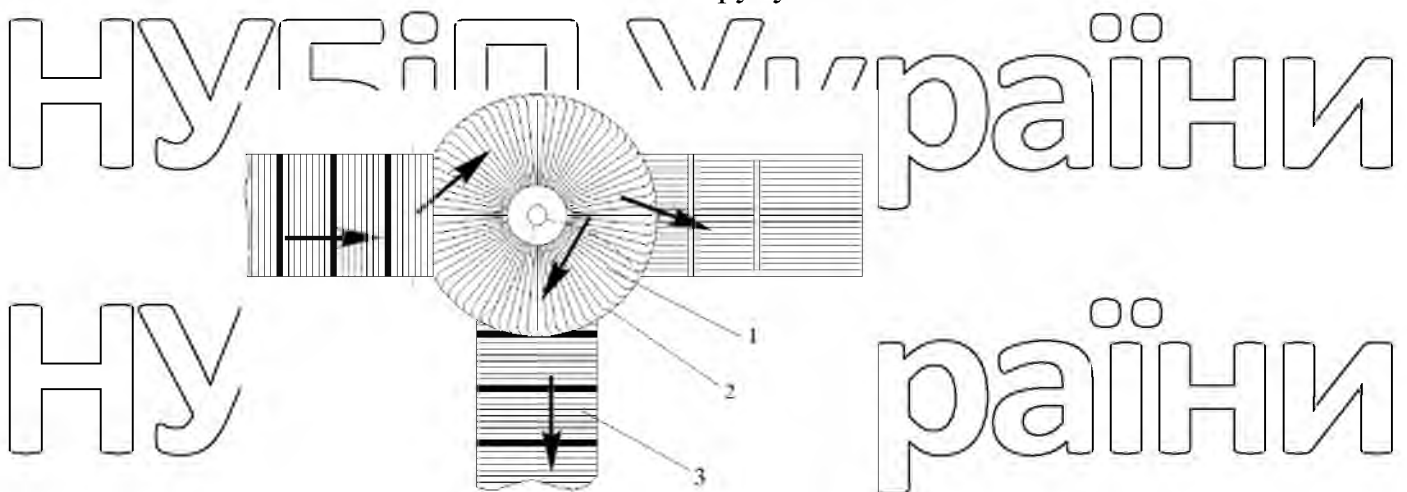


Рис.3.2. Ротор.



НУБІП України

НУБІП України

3. ТЕОРЕТИЧНИ РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ КОРЕНЕПЛОДІВ ПРОЕКТОВАНОЮ МАШИНОЮ

НУБІП України

3.1. Джерела та види механічних пошкоджень коренебульбоплодів, допустимі режими їх взаємодії з робочими органами машин.

НУБІП України

Одним з найважливіших показників якості роботи бурякозбиральних машин є ступінь пошкодження коренів. Втрати, що викликані технологічним процесом очищення коренеплодів робочими органами шнекового, роторного та кулачкового типів, в основному виникають за рахунок пошкоджень коренів при відділенні від них ґрунту та рослинних залишків. В процесі сепарації відбуваються ударні взаємодії коренів з робочими поверхнями очисників, що призводить до обривання хвостів, локальних відривів частинок коренів, їх дроблення [75].

НУБІП України

Іншим видом пошкодження, що виникають при роботі шнекових сепараторів, вали яких обертаються в зустрічному напрямку (особливо при невисоких кутових швидкостях гвинтових валів) є защемлення коренеплодів між очисними валами, що спричиняє їх зминання [28].

НУБІП України

Із збільшенням часу перебування коренів в робочому руслі збільшується ймовірність їх пошкодження. Тому ступінь агресивності шнеків, який визначається висотою і частотою навивання рифів, і час перебування на них

вороху обмежується, що в свою чергу веде до зниження сепаруючої здатності таких робочих органів [110].

В більшості літературних джерел (наприклад [8; 28; 110]) основним фактором, який впливає на ступінь пошкодження коренебульбоплодів є допустимі статичні навантаження на корені, або їх допустима висота падіння на тіла різної жорсткості та форми поверхні.

Однак одна з головних причин, яка викликає підвищене пошкодження коренеплодів, полягає у величині сили, яку розвиває коренеплід у вільному падінні.

Відомо, що жива сила, тіла яке вільно падає складає

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{pv^2}{2g} = PH,$$

де m – маса коренеплода;

v – швидкість взаємодії коренеплода з поверхнею робочого органа;

g – прискорення вільного падіння;

P – вага коренеплода;

H – висота падіння коренеплода.

З аналізу випливає, що при заданій висоті падіння сила удару пропорційна

вазі коренеплода

В роботі Р.Б.Гевка [28] поряд з вище вказаними факторами, які впливають на ступінь пошкодження коренеплодів цукрових буряків, наводяться такі: площа

контакту тіл взаємодії коренеплід – поверхня робочого органа, а також жорсткість

робочого органу. Автором встановлені наступні закономірності при висоті вільного падіння коренеплодів від 0,5 до 2 м глибини їх пошкоджень описується лінійними залежностями, кут підйому яких збільшується при зменшенні площі

контакту: збільшення радіуса круглого поперечного перетину основи від 5 до 10 мм і від 5 до 15 мм призводить до зменшення глибини пошкоджень (при $H=1,5$ м) відповідно в 1,6... 1,9 і 2,3... 2,6 рази.

В дисертаційній роботі В.А.Поліщука [99] встановлені залежності глибини пошкодження коренеплодів цукрових буряків при їх взаємодії з обертовим бітером виконуючого пристрою. Ним доведено, що на ударні зусилля максимально впливає швидкість та реологічні характеристики тіл контакту, а в меншій ступені жорсткість поверхні робочого органу.

Вплив конструктивних і кінематичних параметрів шнекових, роторних і кулачкових очисників на ступінь пошкодження коренеплодів цукрових буряків досліджено в роботах Л.В.Погорілого, А.К.Сарапулова, М.М.Хелемендика, Р.М.Рогатинського, В.В.Брея [8; 95; 106; 109; 130].

Таким чином, на основі проведеного аналізу літературних джерел, встановлено, що основними факторами, які впливають на ступінь пошкодження коренебульбоплодів є: швидкість ударної взаємодії продукту з робочим органом; площа контакту тіл взаємодії; жорсткість поверхні робочого органу; реологічні властивості та маса об'єкту очищення. Дані фактори необхідно враховувати при розробці технологічних процесів і робочих органів сепараторів збиральних машин.

3.2. Модель роторного сепаратора коренеплодів

Теоретичні дослідження роботи моделі роторного сепаратора коренеплодів коренезбиральних машин зводиться до встановлення математичних залежностей взаємодії вхідних параметрів між собою і їх сукупного впливу на об'єкт дослідження, створення аналітичних рівнянь регресії залежностей агротехнологічних показників якості відділення роторного сепаратора коренеплодів від зміни конструкційно-кінематичних параметрів і механіко-технологічних параметрів.

Вхідними параметрами аналітичної моделі роторного сепаратора є:

Кінематичні: $V_{\text{мтв}}$ – швидкість руху МТА, м/с;

$V_{\text{пр}}$ – швидкість подачі коренеплодів транспортером в зону очищення, м/с;

V_p – колова швидкість обертання ротора, м/с;

Конструкційні α – кут нахилу роторного очисника до напрямку руху машини, град;

β – кут нахилу роторного очисника до горизонту, град;

γ – кут встановлення пальців сепараторів, град;

n – кількість очисних пальців ротора, шт;

r – радіус кривизни пальців ротора, м. (рис. 3.1., 3.2.)

Механіко-технологічні: $m_{кор}$ – маса коренеплодів, що подається в зону роторного очищення транспортером, кг;

$m_{гр}$ – маса ґрунту у вороху, кг, m_p – маса рослинних залишків, кг.

Вихідними параметрами розробленої машини є:

η_c – чистота коренеплодів після сепарації і доочистки;

P_k – пошкодження коренеплодів.

Масу технологічного вороху, який поступає в зону роторного сепаратора визначають за формулою:

$$M_{me} = \frac{Sg}{V_T}$$

де g – секундне завантаження зони роторного сепаратора, кг/с;

V_T – швидкість транспортера

S – довжина завантажувального транспортера, м.

V_T – швидкість транспортера

S – довжина завантажувального транспортера, м.

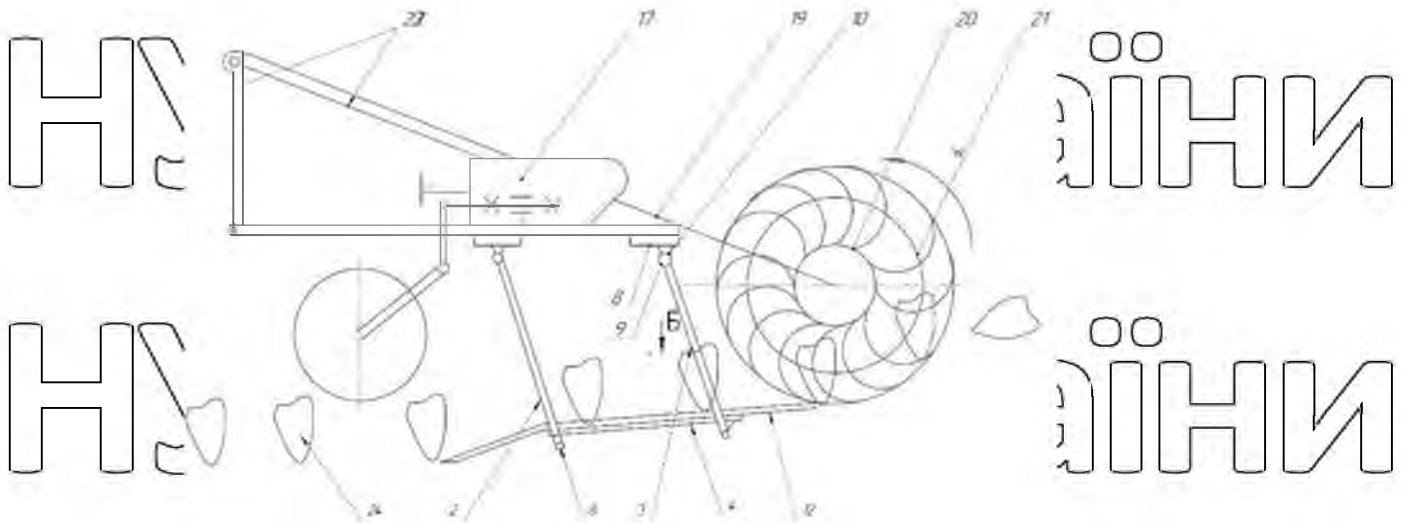


Рис. 3.1. Розроблена модель роторного сепаратора кореневикопувальної машини

При розрахунку навантаження на сепаратор, яке було встановлене з аналізу результатів експериментальних досліджень, визначається із залежності [9, с. 56]

$$q = q_0 \prod_{i=1}^n (1 - \eta_i), \quad (3.2)$$

де q_0 – загальне завантаження коренезбиральної машини технологічною масою, кг/с;
 η_i – коефіцієнт сепарації роторного сепаратора.

Загальне завантаження коренезбиральної машини можна визначити з

залежності

$$q_0 = i S \gamma V_m \quad (3.3)$$

де i – кількість рядків, з яких викопують буряки;

S – поперечний переріз шару ґрунту, що підкопується одним леміхом,

мм²;

V_m – робоча швидкість коренезбиральної машини, м/с;

γ – об'ємна маса ґрунту, що поступає на роторний сепаратор, кг/м³

Загальна маса технологічного вороху, який необхідно змодельовати на завантажувальному транспортері, який поступає в зону біля ротора, визначають з формули:

$$M_0 = M_{кор} + M_{гр} + M_{пр}$$

де $m_{кор}$ – маса коренеплодів, кг;
 $m_{гр}$ – маса ґрунту, кг;
 $m_{тр}$ – маса технологічних решток, кг.

Чистота коренеплодів визначається за формулою

$$H = \frac{km_{кор}}{m_{кор} + m_{гр} + m_{тр}} \cdot 100\%,$$

де k – коефіцієнт, що характеризує счисну систему;

Пошкодження коренеплодів після сепарації визначають також експериментальним шляхом. Як за правило ваговим

3.3. Обґрунтування параметрів роторного сепаратора коренеплодів

При роботі запропонованого сепаратора коренезбиральної машини [10, с.

1-3.] (рис. 2-3) відбувається ударна взаємодія пальця обертового роторного онисника із коренеплодом, внаслідок чого відбувається переміщення плоду до центру траєкторії руху машини. Під час контактної ударної взаємодії можливе травмування коренеплоду та недостатня віддаль польоту буряків. Для аналізу даного процесу сепарації вороху розглянемо кінематичну модель та визначимо раціональні кінематичні параметри – кутову швидкість та кута установки роторного сепаратора.

При розгляді математичної моделі процесу викопування коренеплодів

можна зробити наступні припущення [11, с. 78-75]:

- агрегат рухається прямолінійно з постійною швидкістю, сепаратори з пальцями установлені жорстко із заданими кутами нахилу α і β та обертаються з постійною кутовою швидкістю ω .

- коренеплоди під час екстракції допустимо відхиляються від траєкторії

- руху машини, тобто проекція центру мас коренеплоду лежить на лінії, яку окреслює проекція на горизонтальну площину найнижча точка пальця сепаратора;

пальці роторного диска є жорсткими (для підвищення жорсткості запропоновано спеціальна борівмісна Сталь 65В).

контакт коренеплоду з пальцями ротора є жорстким, тобто швидкість руху плоду рівна коловій швидкості сепаратора.

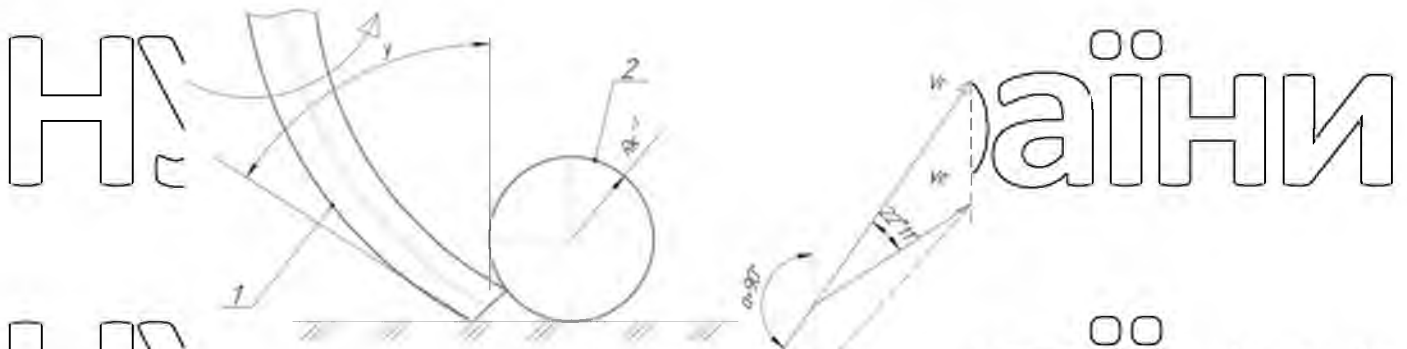


Рис. 3.2. Розрахункова схема взаємодії пальця роторного сепаратора з коренеплодом: а) розрахункова схема; б) план швидкостей коренеплода.

1 – палець; 2 – поперечний переріз головки коренеплоду;

На рис. 3.2 представлена розрахункова схема взаємодії пальця роторного сепаратора з коренеплодом і план його швидкостей. Швидкість руху пальця залежить від швидкості обертання ротора та його

радіуса R_d [12, с. 117-119].

$$v_r = \omega R_d, \quad (3.6)$$

де ω – кутова швидкість ротора $1/c$;

r – радіус ротора, мм. R_d

Вектор швидкості лежить у напрямку вектора удару, який складається із векторної суми переносної швидкості руху апарата та відносної швидкості обертання диска \vec{v}_r .

$$\vec{v}_e = \vec{v}_a + \vec{v}_r, \quad (3.7)$$

де \vec{v}_a, \vec{v}_r – швидкість руху МТА та колова швидкість обертання ротора.

Для визначення величини та напрямку швидкості удару застосуємо теорему косинусів, звідки визначимо [12, с. 178-184].

$v_u = \sqrt{v_a^2 + v_d^2 - 2v_a v_d \cos(\vec{v}_a, \vec{v}_d)}$.
 Напрямок результуючої швидкості (кут ψ до напрямку руху агрегату)

буде

дорівнювати

$\cos \psi = \frac{v_a^2 + v_u^2 - v_d^2}{2v_a v_u}$

В результаті обертання роторного сепаратора у момент контакту, центр

мас коренеплоду, як за правило, не буде розташований у площині обертання

ротора, а буде перед ним. Тому удар буде відхиленням, а результуюча

швидкість руху буде направлена по лінії, яка з'єднує центр мас коренеплоду

та точку удару пальця. Ця лінія буде відхилена від площини обертання диску

у напрямку руху агрегату на кут φ . Тоді, швидкість при боковому контакті

буде розраховуватись з а залежністю [13, с. 85-86]:

$v_\varphi = v_u \cos \varphi$

Якщо контакт пальця ротора з плодом відбувається в ортогональній

площині до площини обертання, то палець контактує з буряком по лінії,

нахилений під кутом γ до вертикалі, тобто вектор швидкості направлений

вгору під кутом γ до горизонтальної площини, що створює вертикальне

підкидання, і як наслідок політ коренеплоду.

З геометричних побудов визначимо кут γ

$\frac{R_d}{R_k} = \frac{1 - \sin \gamma}{1 - \cos \gamma}$

де R_k – радіус коренеплоду, мм.

Звідки

$$\gamma = -\arcsin\left(\frac{R_d - R_k}{\sqrt{R_d^2 + R_k^2}}\right) + \arctan\frac{R_d}{R_k}.$$

Вертикальна складова швидкості польоту після удару становитиме

$$v_{\varphi z} = v_{\varphi} \sin \gamma,$$

$$v_{\varphi y} = v_{\varphi} \cos \gamma.$$

Маючи складові швидкостей польоту, можна розрахувати дальність

польоту, на яку переміститься коренеплід після контакту.

Враховуючи процес збирання і умову, щоб кожен плід потрапив до даної координати, відбулась сепарація вороху і потрапив на лінію її проекції. Маючи

три сепаруючі диски з пальцями, розташованих на різних відстанях проекції

лінії, необхідно визначити достатні умови для того, щоб сформувати валок

позаду машини. Важливо також визначити мінімальну ширину, щоб буряк не потрапляв за її габарити.

Час вільного польоту визначимо через подвійний час його підйому за початковою вертикальною швидкістю $v_{\varphi z}$ [14, с. 45-46]:

$$t = \frac{2v_{\varphi z}}{g}.$$

За цей час коренеплід подолає відстань

$$S = v_{\varphi} t.$$

Проекція шляху S на вісь Y (перпендикулярну напрямку руху) повинна

бути не меншою за відстань від викопуваного рядка до відбивача L [15, с. 540-

541]:

$$S_y = S \sin(\psi - \varphi) > L.$$

З отриманих розрахунків кут $\alpha = 110^\circ$, радіус диска $R_d = 560$ мм, радіус коренеплоду $R_k = 40 \dots 50$ мм. Кількість пальців сепаратора необхідна така, щоб між ними не міг проникнути коренеплід.

Результати розрахунку для вказаних параметрів в залежності від зміни кутів α і φ , R_k радіуса коренеплоду та кутової швидкості наведено на графічних залежностях розділу 3.

У табл. 2.1 наведено приклад розрахунку вказаних величин при певних конструктивних параметрах коренезбиральної машини.

Висновки. Як результат теоретичних розрахунків процесу сепарації встановлено, залежності варіювання відносної швидкості і швидкості руху по робочій поверхні сепаратора від параметрів їх установки кута α , який знаходиться в межах $110^\circ - 120^\circ$ в напрямку руху машини, що дозволяє визначити допустимі напруження.

Таблиця 3.1

Результати розрахунку параметрів коренезбиральної машини

| | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Rk=30.0 | Rk=40.0 | Rk=40.0 | Rk=50.0 |
| Rd=560.0 | Rd=560.0 | Rd=560.0 | Rd=560.0 |
| $\alpha=110.0$ | $\alpha=105.0$ | $\alpha=102.0$ | $\alpha=120.0$ |
| F _i =20.0 | F _i =20.0 | F _i =20.0 | F _i =20.0 |
| $\omega=1.0$ | $\omega=1.0$ | $\omega=1.5$ | $\omega=1.0$ |
| V _a =2.3 | V _a =2.5 | V _a =2.6 | V _a =2.9 |
| L=1.5 | L=1.5 | L=1.5 | L=1.5 |
| V _d =6.0 | V _d =6.0 | V _d =9.0 | V _d =6.0 |
| V _e =3.59 | V _e =3.29 | V _e =6.33 | V _e =5.38 |
| P _{st} =126.4 | P _{st} =105.9 | P _{st} =132.5 | P _{st} =129.8 |
| $\gamma=19.58$ | $\gamma=17.55$ | $\gamma=16.28$ | $\gamma=19.36$ |
| V _f =5.12 | V _f =5.97 | V _f =7.39 | V _f =8.52 |
| V _{fz} =1.114 | V _{fz} =1.58 | V _{fz} =2.06 | V _{fz} =2.56 |
| V _{fy} =4.37 | V _{fy} =4.59 | V _{fy} =6.02 | V _{fy} =4.34 |
| T=0.32 | T=0.35 | T=0.45 | T=0.26 |
| S=0.9 | S=1.36 | S=2.69 | S=1.58 |
| Sy=0.856 | Sy=1.312 | Sy=2.56 | Sy=0.895 |
| Lc=2.9 | Lc=2.866 | Lc=2.98 | Lc=2.532 |

Обґрунтування основних параметрів удосконаленого комбайна

Домінуючими факторами які впливають на ступінь пошкодження коренеплодів цукрових буряків є лінійна швидкість очисного робочого органу і його площа контакту в зоні їх взаємодії.

Для встановлення характеру пошкоджень, корені кидали з різної висоти на робочі органи очисника. При цьому лінійна швидкість V в момент удару визначався за відомою залежністю

$$V = \sqrt{2gh}$$

де h і g - відповідно висота і прискорення вільного падіння коренеплоду.

Основу робочих органів, з якою контактували корені виконували у трьох варіантах. $r_1=15\text{мм}$, $r_2=10\text{мм}$, $r_3=5\text{мм}$.

Залежності ступеня (глибини) пошкодження коренів від площі контакту і швидкості їх взаємодії з робочими органами очисника дають зобити висновок, що зростання пошкоджень, в основному, відбувається за рахунок швидкості взаємодії коренів з робочими органами.

За результатами статистичної обробки отриманих даних визначено, що середнє квадратичне відхилення від серії дослідів (окремі точки на графіках) коливаються в межах 0,7...0,9 мм а коефіцієнт варіації становить 0,15...0,2. Аналізуючи отримані дані залежностей можна встановити наступні закономірності:

– при висоті вільного падіння коренеплодів від 0,5 до 2м глибина їх пошкоджень описується лінійними залежностями, кут підйому яких збільшується при зменшенні площі контакту.

– збільшення радіуса круглого поперечного перетину основи від 5 до 10мм і від 5 до 15мм призводить до зменшення глибини пошкоджень (при $h=1,5\text{м}$) відповідно в 1,6...1,9 і 2,3...2,6 рази.

Для розрахунку основних параметрів та режимів роботи початковим і головним фактором є продуктивність машини. Продуктивність машини визначаємо в найбільш навантажених умовах роботи, тобто врожайність складає 430ц, а швидкість руху приймаємо рівною 8 км/год в такому випадку продуктивність машини буде рівною 25 кг чистих коренеплодів в секунду, але враховуючи те, що на шнекові очисники попадають коренеплоди фізична забрудненість яких складає 40% і більше тобто маса коренеплодів що потрапляють на очисні пристрої буде в межах 25-40 кг/с

Шнековий очисник являє собою пару циліндричних вальців, на поверхні яких по гвинтовій лінії приварені прутки. Прутки забезпечують переміщення коренів вздовж осі вальців, аналогічно дії шнеків. Для більш інтенсивної очистки коренів спарені вальці мають різну колову швидкість, що викликає провертання кореня навколо своєї осі. Діаметр вальців приймають таким, при якому корені не заклинюються і не роздавлюються. При багаторазових дослідженнях і розрахунках найбільш вдалим було конструктивне рішення

коли один валець мав діаметр 108 мм., а другий 190 мм. При цьому зазор між вальцями повинен бути не більше допустимого діаметра сколювання хвостиків, щоб не відбувалось заземлення і переломів коренів. Зазор між вальцями вибираємо в межах 12...15 мм, що відповідає агротехнічним вимогам.

Так як вальці, як сказано вище, обертаються з різною кутовою швидкістю, то можливе набігання витків один на одного. Щоб цього не відбулося, суміжні вальці повинні мати витки з різним кроком. При визначенні кроку користуються залежністю:

$$t = \pi (d_b + d_{np}) \operatorname{tg} \alpha_g$$

де d_{np} - діаметр прутка навитого на валець;

$$d_{np} = 8 \dots 10 \text{ мм.}$$

d_b - діаметр вала; $d_1 = 108 \text{ мм}$, $d_2 = 190 \text{ мм}$

α_g - кут нахилу гвинтової лінії $\alpha_g = 26^\circ$;

$$t_1 = \pi (d_b + d_{np}) \operatorname{tg} \alpha_g = 3,14 (108 + 10) \operatorname{tg} 26 = 180 \text{ мм};$$

$$t_2 = 3,14 (190 + 10) \operatorname{tg} 26 = 270 \text{ мм}$$

При обертанні вальців швидкість переміщення витка вздовж вісі вальця:

$$U_1 = t_1 \cdot n_1 = 180 \cdot 504 = 90720$$

$$U_2 = t_2 \cdot n_2 = 270 \cdot 336 = 90720$$

де t_1, t_2 - крок витків відповідних вальців;

n_1, n_2 - крок витків обертання вальців;

Умова при якій не відбувається набігання витків має вигляд

$$U_1 = U_2$$

Так як витки суміжних вальців переміщуються вздовж осі з однаковою швидкістю. Підставляючи ці значення швидкостей отримаємо

$$n_1 t_1 = n_2 t_2 \text{ або } t_1/t_2 = n_1/n_2$$

$$504 \cdot 180 = 336 \cdot 270 = 90720$$

При визначенні ширини (довжини) шнеків користуємось геометричними параметрами машини тоді довжину вальців приймаємо рівною 2490 мм.

Розрахунок ротора.

Роторні очисники застосовують практично у всіх сучасних західноєвропейських бурякозбиральних машинах, у тому числі й у комбінації із шнековими очисними і прутковими транспортуючими робчими органами.

Це пояснюється тим, що такі очисники мають ряд переваг, у числі яких найбільш істотними є простота конструювання, надійність, довговічність і досить висока очисна ефективність, особливо при роботі в умовах підвищеної вологості ґрунту, характерної для Західної Європи.

Ротаційні ротори виконують функцію як транспортуючого органа, що формує потік коренеплодів відразу після копача, і до очищаючого пристрою.

Завдяки великій площі просівання дисків і бічних грат, динамічному впливові прутків на елементи купи і створенню відцентрових сил, що притискають коренеплоди до периферійних прутків грат, вони добре відокремлюють вільні домішки, а коренеплоди від налипаючого ґрунту і навіть частково від незрізаних черешків бадилля. Цьому сприяє те, що центр ваги коренеплоду

розташований ближче до голівки, і коренеплоди при русі під дією відцентрових сил стикаються з прутками частіше голівкою, чим хвостами. Максимальний ефект, що очікується, досягається, якщо кут обтікання ротора купою коренеплодів складає не менш 150град .

До недоліків роторних очисників варто віднести велику їхню енергоємність і підвищені ушкодження хвостових частин коренеплодів. Тверді вимоги до чистоти коренеплодів змушують західні фірми обладнати бурякові комбайни складною системою турбін, число яких іноді досягає 8, а також вишукувати різні способи інтенсифікації очищення за рахунок установки додаткових роторних активаторів, збільшення робочого шляху потоку купи, установки гинковоїдалюючих тірок, щіток на навантажувальних машинах і т.п.

Сучасна конструкція роторного очисника включає гратчастий ротор, закріплений вертикально або нахилено під невеликим кутом до вертикалі вала, і пруткове огородження, складене із секцій пруткових решіток, кожна з яких, у свою чергу, може складатися з закріплених горизонтально або консольно (у т.ч. під кутом до вертикалі) подпружинених прутків. Криволінійні прутки ротора закріплені на валові за допомогою плоского диска. Привід роторів-очисників у більшості випадків здійснюється гідромоторами або редуктором. Обертаючи, ротори захоплюють коренеплоди у круговий рух. Під дією відцентрових сил коренеплоди в основному своїми голівками притискаються до прутків бічних огорожень. При цьому під дією сил тертя по прутках відбувається інтенсивне очищення коренеплодів від налиплого ґрунту і частково бадилля. Через зазори між прутками інтенсивно видаляються ґрунтові і малі рослинні домішки. Для інтенсифікації процесу очищення застосовується зміна напрямку потоку купи коренеплодів при русі по суміжних очисниках, а по краях гратчастих огорожень часто встановлюють обертові бітери-активатори. роторні очисники часто комбінують зі шнековими очисниками.

Де $W = \pi \zeta_1 R^2 \omega$
 $\zeta = 1 - (r/R)^2$ - коефіцієнт, що враховує використання робочої поверхні диска, що має внутрішній і зовнішній R радіус;

ω - кутова частота обертання гратчастого ротора.

Для очисників, що підбирають коренеплоди безпосередньо після копачів, коефіцієнт на основі досвіду, рекомендується вибирати рівним $R-r = 25-30$, оскільки транспортуючі функції в цьому випадку виконує тільки вузька периферійна частина гратчастого ротора.

В інших випадках до робочого можна відносити всю гратчасту частину ротора без його центральної частини, зайнятої суцільним диском.

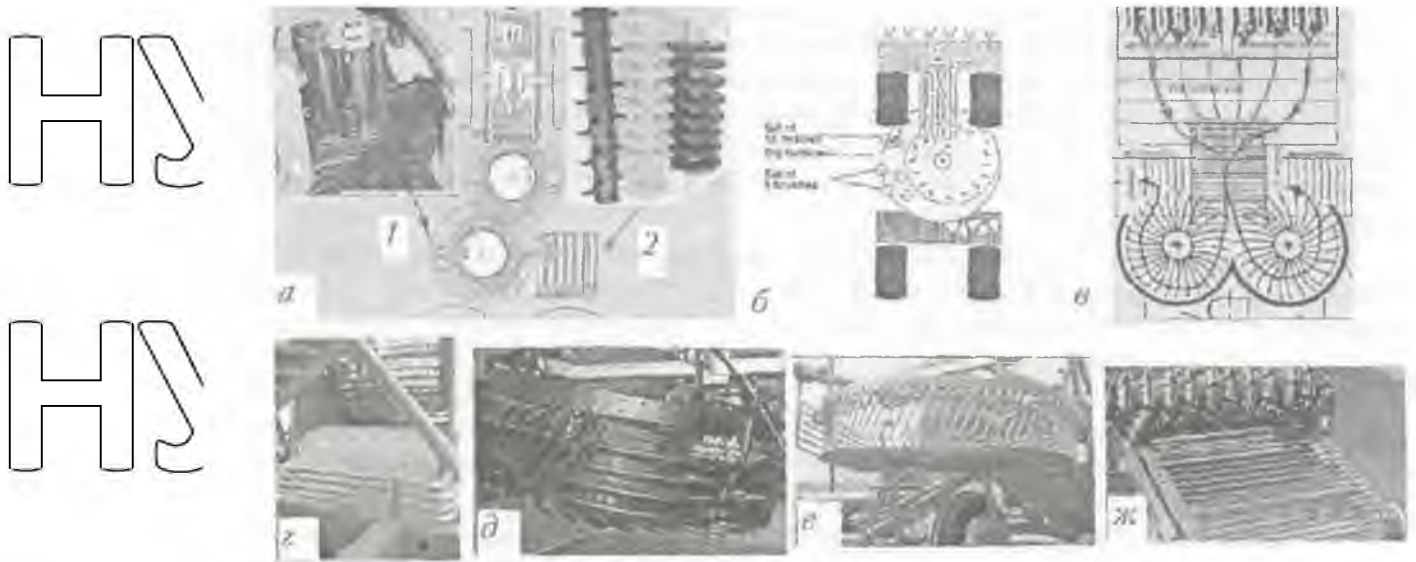


Рис. 3.3 Особливості конструкції очисників: а-роторний очисник з ротаційними активаторами (1) і пруткова "гірка" ("Бопа") (2); б-експериментальний шнеково-роторний очисник із пневматичними соплами й активаторами, фірми "ТІМ"; в- 2-х роторний очисник з поділом потоків ("Ропа"); г-щітковий очисник при щільній вологості ґрунту (Швеція); д-комбіноване огороження роторного очисника; е-роторний очисник великого діаметра (1,8 м) для підбирачів-завантажувачів ("Моро"); ж-пругковий транспортер-очисник зі шнековим барабаном

При виборі параметрів ротора потрібно перш за все виходити з пропускної здатності. Так як в секунду на шнекові очисні пристрої потрапляє 25-40 кг/с маси то на ротор вже потрапляє близько 25-30 кг маси коренеплодів так як частина ґрунту і вороху очищається на шнекових очисниках.

Враховуючи те, що в роторний очисник маса подається транспортером то як правило корені заносують диск по всій поверхні. Очисний ефект в таких конструкціях досягається за рахунок просіювання ґрунту через решітчасту поверхню диска, що обмежується боковими решітками, взаємодіючи з прутками решіток а також під впливом відцентрових сил.

Діаметр ротора вибираємо виходячи з ширини повздовжнього елеватора, що складає 700мм плюс величина Δ що повинна складати не менше 250 мм.

Виходячи з цього діаметр ротора буде складати :

НУБІП УКРАЇНИ

$$D = B + 2\Delta = 700 + 2 \cdot 250 = 1200 \text{ мм.}$$

де B - ширина повздовжнього транспортера;

Ψ - величина що визначається в конкретних робочих умовах

Для роторів, що підбирають коренеплоди безпосередньо з копачів, радіус ротора R і кутову частоту його обертання з урахуванням врожайності і робочої швидкості бурякозбиральної машини V_M можна вибрати зі співвідношення.

$$\omega R \geq \zeta_2 Q_k V_M / \pi \zeta_1 q \quad \text{або} \quad \omega R \geq V_M / \cos \psi_1 - \sin \psi_1$$

НУБІП УКРАЇНИ

де $\zeta_2 = 1 + \sin \psi_1$ - коефіцієнт, що враховує ступінь використання ширини захвату очисника.

Щоб забезпечити підбір коренеплодів, що сходять з копачів, максимальна висота розташування обріза диска над рівнем ґрунту в місці підбору коренеплодів не повинна перевищувати висоту їхнього підйому копачами. Тоді з геометричних співвідношень можна одержати залежність для визначення кута установки поверхні диска ротора в горизонтальній площині:

$$\operatorname{tg} \alpha = h - h_{\min} / R(1 - \cos \psi_1)$$

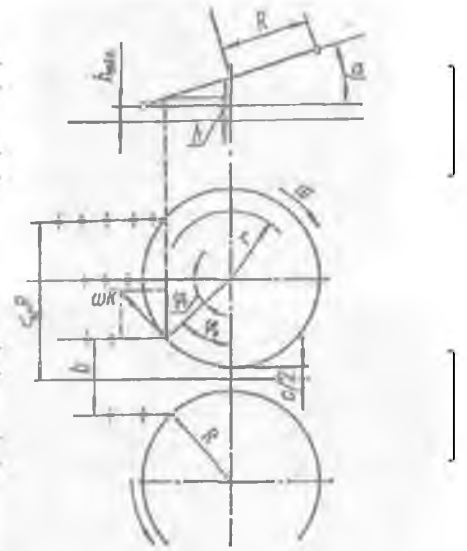
НУБІП УКРАЇНИ

де h_{\min} - мінімальна висота розташування обрізаючого диска над рівнем ґрунту.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Кут встановлення ротора, його кутова швидкість і радіус повинні задовольняти умовам, що забезпечують перевищення рушійної сили, обумовленою силою тертя коренеплодів об цятчасту поверхню диска ротора, над силою опору обмежувальної поверхні під впливом відцентрових сил:



де f_1, f_2 - коефіцієнти тертя коренеплодів по поверхні відповідно диска і обмежувача прискорення вільного падіння.

Із співвідношення випливає, що доцільно прагнути вибирати більший радіус R менше значення швидкості. Тому ці параметри так само, як і параметри інших робочих органів, уточнюються в процесі натурних експериментів. У результаті знаходяться компромісні співвідношення між ними, у середньому задовольняючі приведеним.

При використанні очисників для компоновання широкозахватних машин варто враховувати, що повинно бути кратним числу рядків, що забираються, з урахуванням умови

$$b - c/2 = R(1 - \cos\psi)$$

Якщо ці умови не можуть бути виконані, вісь ротора встановлюється під кутом до напрямку рядка і під кутом до вертикалі в площині, перпендикулярній до осі рядка.

З метою зниження ушкодження коренеплодів радіальні прутки ротора виконують вигнутими в напрямку, протилежному обертанню.

При виборі параметрів ротора потрібно перш за все виходити з пропускної здатності. Так як в секунду на щелеві очисні пристрої потрапляє 25-40 кг/с маси то на ротор вже потрапляє близько 25-30 кг маси коренеплодів

так як частина ґрунту і вороху очищається на шнекових очисниках. Враховуючи те, що в роторній очисник маса подається транспортером то як правило корені заповнюють диск по всій поверхні. Очищений ефект в таких конструкціях досягається за рахунок просіювання ґрунту через решітчасту поверхню диска, що обмежується боковими решітками, взаємодіючи з прутками решіток а також під впливом відцентрових сил.

Частота обертання ротора вибирається із дотриманням агротехнічних вимог, тобто частоту потрібно вибирати таку, щоб не пошкоджувати коренів цією частотою є частота 48 об/хв, однак радіус ротора і частота пов'язані між собою коліною швидкістю, тобто із збільшенням радіуса ротора частоту обертання зменшують.

Відстань між прутками на диску в найбільш розширеній частині повинна становити 40-70 мм це величина що вибирається з дотриманням агротехнічних вимог, ця величина повинна забезпечити якісну сепарацію ґрунту і вороху при цьому не втрачати коренеплоди при їх переміщенні, тобто коренеплоди не повинні просіюватись крізь прутки, також при переміщенні коренеплодів вони не повинні пошкоджуватись, ламатись.

Висота решітки вибирається із врахуванням того, що корені можуть переміщуватись в роторі в три шари, виходячи з цього доцільно встановити висоту решітки такою - щоб корені не могли випасти через решітку, що величину приймаємо 400 мм з відстанню між прутками 50 мм це величина що входить в межі агротехнічних вимог тобто корені з діаметром менше 50 мм не являють промислової цінності. Однак такі параметри як і інші параметри уточнюються при роботі на експериментальному комбайні.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ СЕПАРАТОРА ВОРОХУ КОРЕНЕВИКОПУВАЛЬНОЇ МАШИНИ

4.1. Конструктивні параметри

Провівши аналіз теоретичних і графічних залежностей наведених на рисунках (4.1., 4.2., 4.3.), можна стверджувати, що основним конструктивним параметром, що впливає на якість роботи машини є кут встановлення сепараторів α , зміна якого суттєво впливає на всі інші основні параметри робочих органів. При збільшенні значення кута зменшуються габаритні розміри валкоутворювача та значення кута кидання, тому збільшується швидкість руху коренеплоду і відповідно, ймовірна відстань падіння плодів. Значення кута атаки ротора α повинна становити не менше $110 \dots 120^\circ$ градусів.

Якщо параметри кута будуть зростати це можливо спричинить перекидання буряків перед машиною за напрямком руху МТА.

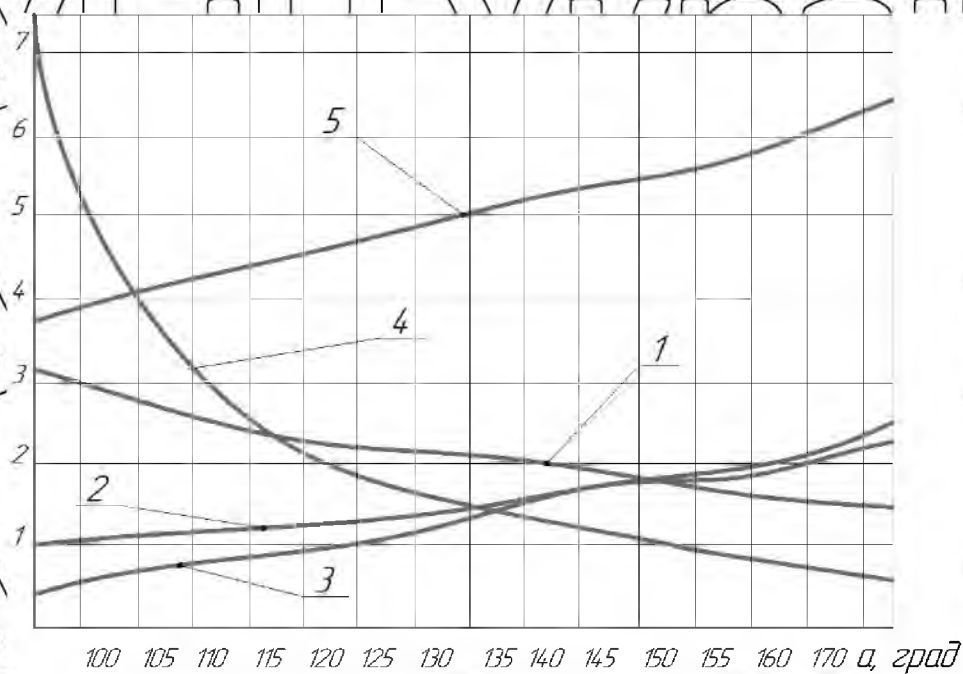


Рис. 4.1. Графічна залежність параметрів від зміни кута атаки ротора α
 1 – ψ , рад; 2 – S , м; 3 – S_y , м; 4 – L_c , м; 5 – V_u , м/с.

З рис. 4.1. видно, що зміна кута атаки установки ротора сепаратора α являється основним фактором, який в найбільшій мірі впливає на параметри сепарації. При зростанні значення кута, зменшується довжина відбивача та початковий кут польоту, внаслідок чого збільшується швидкість підкидання і довжина польоту коренеплоду.

Величина кута α повинна становити не менше 110 градусів, краще до 135 градусів. Більше значення цього кута може призвести до перекидання коренеплоду вперед за напрямком руху агрегату, що є недопустимим.

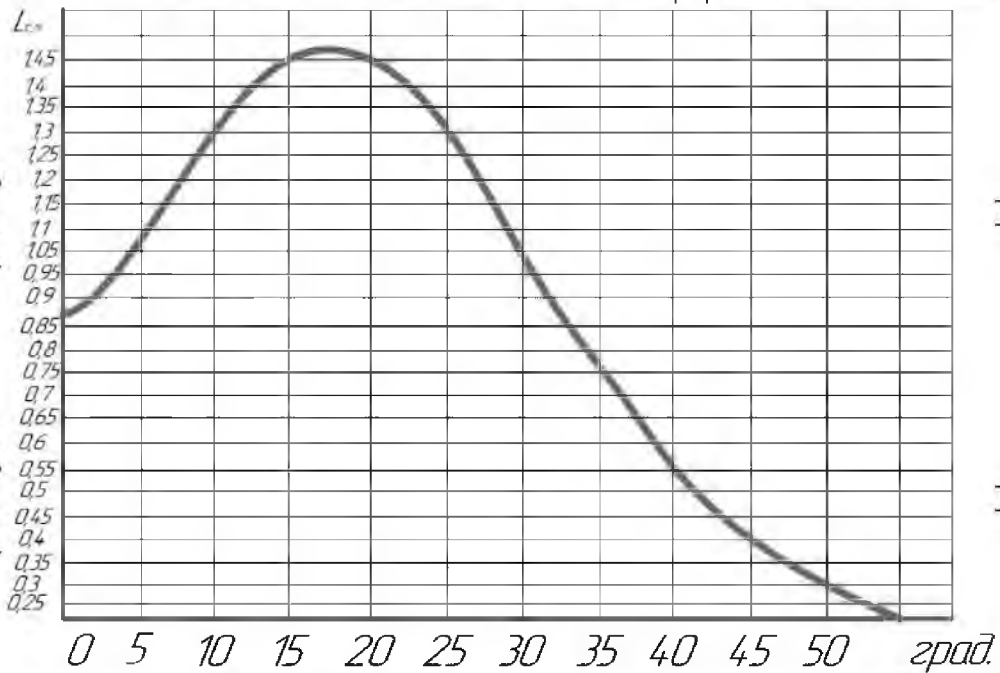


Рис. 4.2. Графічна залежність дальності польоту від кута контакту з коренеплодом

Крива на рис. 4.2 показує, що зміщений контакт по коренеплоду в межах до 20...30 градусів забезпечує необхідну відстань переміщення плоду. Для досягнення значення цього кута у визначеному діапазоні потрібно, за час повороту диска роторного сепаратора на величину, яка дорівнює кроку розташування пальців, агрегат перемістився по рядкам на відстань більшу ніж радіус коренеплоду.

При менших значеннях швидкості відбудеться пошкодження буряків, а при більших кутах зміщеного контакту відбудеться бокове переміщення, що збільшить ширину валка.

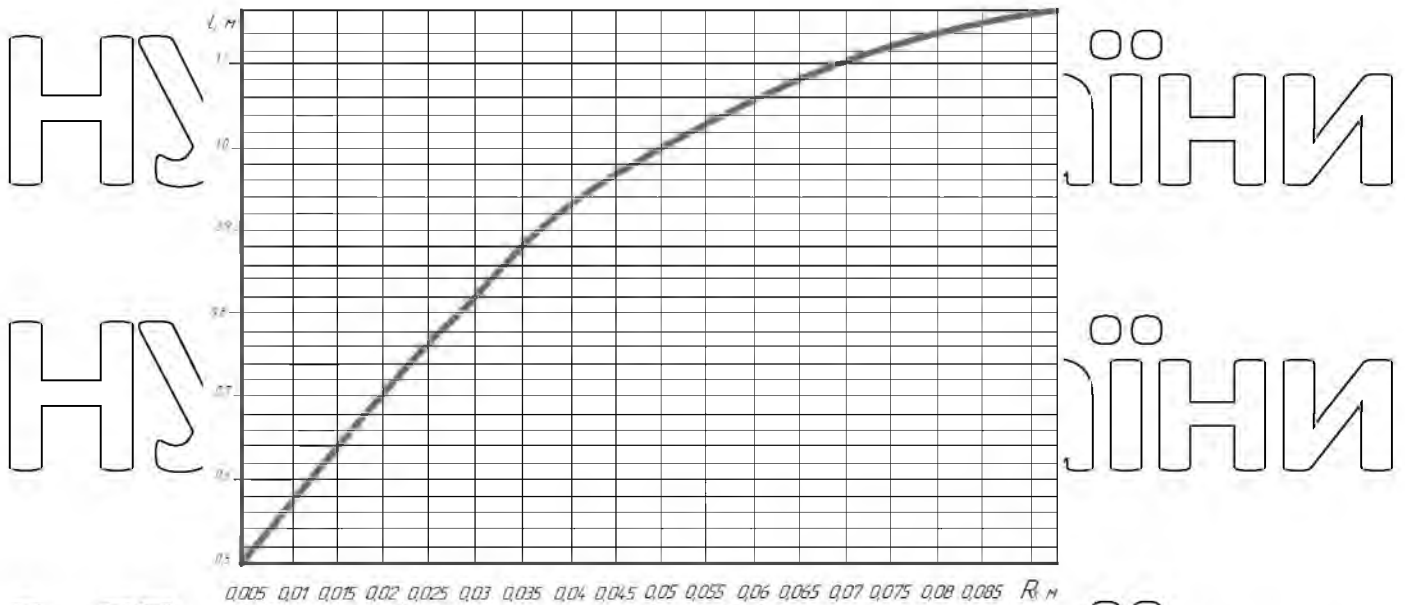


Рис. 4.3. Залежність дальності польоту коренеплоду від його радіуса

При збільшенні кута викидання, зростає і відстань переміщення коренеплоду, що дозволяє формувати рівномірний валок.

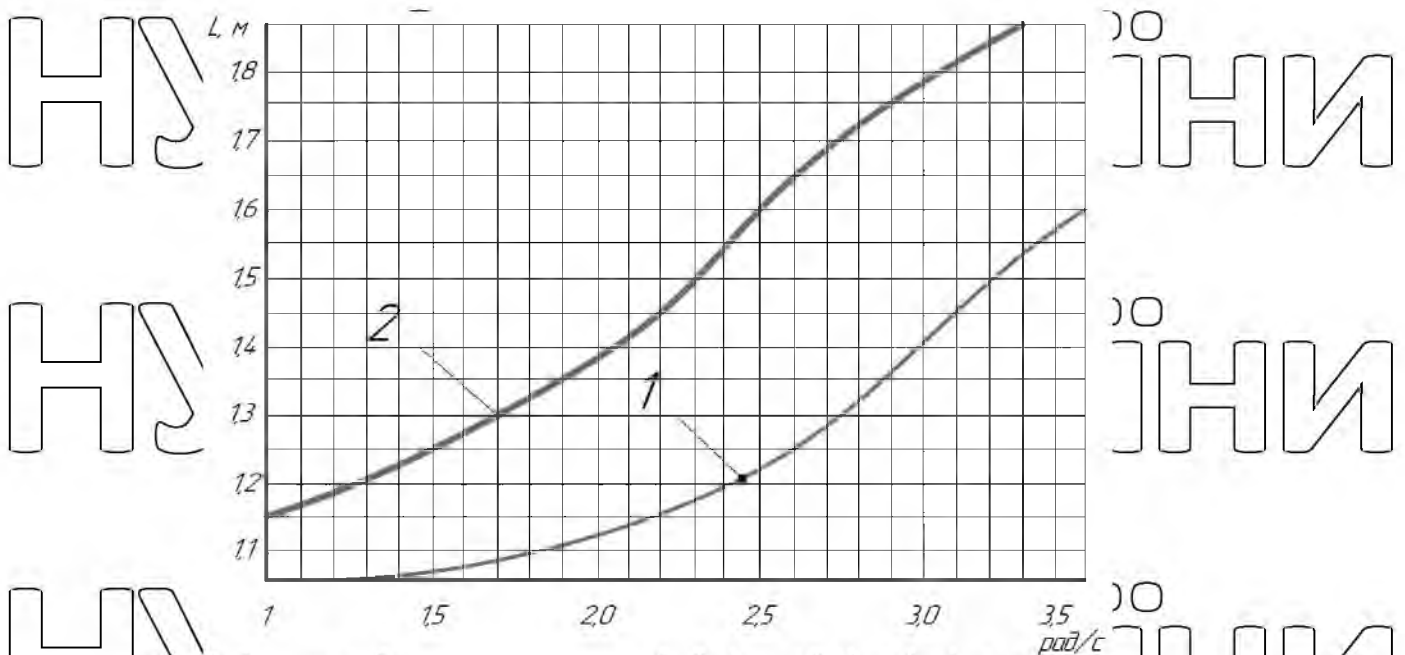


Рис. 4.4. Залежність дальності польоту (1) і швидкості (2) коренеплоду від кутової швидкості ротора сепаратора ω

При зростанні кутової швидкості роторів сепараторів дальність польоту коренеплоду збільшується у математичній прогресії, що свідчить про ефективність регулювання такого параметру. Головною вимогою

регулювання і підбір швидкості обертання є забезпечення цілісності коренеплодів внаслідок ударів по пальцях сепаратора, що за необхідності можуть покриватись еластичними матеріалами, гумою або пластиком.

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Дослідження кінематичних параметрів пальцевих роторних сепараторів довели, що вони забезпечують якісне виконання технологічного процесу очищення коренеплодів при встановленні визначених режимів роботи.

2. В результаті теоретичних досліджень роботи сепарації коренеплодів отримані графічні залежності зміни відносної швидкості ρ швидкості нормального зближення коренеплодів з робочими поверхнями сепараторів від кута атаки їх установки, в межах $110...135^\circ$, що дало можливість теоретично дальність польоту та зміщений контакт з тілом коренеплоду, при цьому максимальні значення швидкостей досягаються при параметрах близьких до 135° і не перевищують 2 м/с, крім цього встановлено кут зміщеного контакту з пальцем ротора, який знаходиться в діапазоні $20...30^\circ$ і дозволяє виконати умови переміщення коренеплодів у валок.

4.2. Кінематичні параметри

В даному випадку розраховують передаточні числа, частоти обертання і кількість зубів в конічних редукторах. Схема приводу приведена на рис.4.5.

Нам відомо що вихідний вал редуктора 1 має частоту обертання 248об/хв, а ротор з врахуванням агротехнічних вимог повинен мати частоту 48об/хв. Виходячи з цих даних можна визначити загальне передаточне число

$$U_3 = n_{вт} / n_p = 248 / 48 = 5,2$$

де $n_{вт}$ — частота обертання вала приводу транспортера;

n_p — частота обертання ротора;

При виборі передаточного числа редуктора ротора будемо враховувати геометричні параметри редуктора і можливість забезпечити достатньо

великий крутний момент. Такими якостями володіє редуктор з передаточним числом 3,2 в якого колесо має 35 зубів а шестірня 11.

Для визначення передаточного числа проміжного редуктора 2 скористаємося залежністю:

$$U_{п.р} = U_z / U_{р.р} = 5,2 / 3,2 = 1,6$$

де $U_{п.р}$ — передаточне число проміжного редуктора;

U_z — загальне передаточне число привода;

$U_{р.р}$ — передаточне число редуктора ротора;

Таке передаточне число може забезпечити конічний редуктор з кількістю зубів шестірні 13 а колеса 22.

Враховуючи попередні розрахунки визначимо частоту обертання проміжного вала редуктора ротора.

$$n_{пв} = n_{вт} / u_{п.р} = 248 / 1,6 = 155 \text{ об/хв.}$$

де $n_{вт}$ — частота обертання проміжного вала.

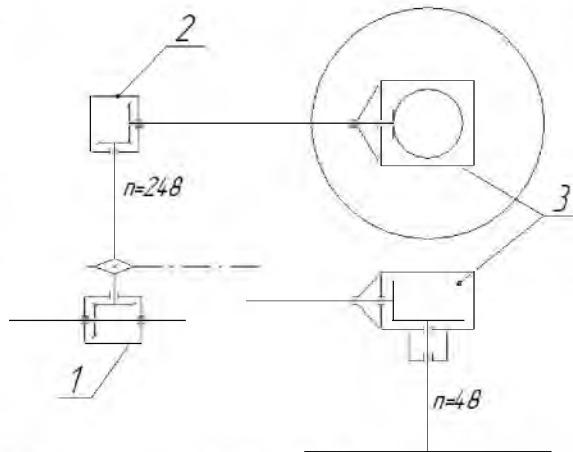


Рис. 4.5. Кінематичний привід

1 Редуктор приводу вивідного транспортера

2. Проміжний редуктор

3. Редуктор ротора

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Основною для розрахунку показників економічної ефективності згідно ДСТУ 2155-93 є прямі експлуатаційні витрати: відрахування на реновацію, капітальний і поточний ремонт, технічне обслуговування, оплата праці, затрати на паливо-мастильні матеріали, а також якість і кількість продукції, що одержується за допомогою порівняльних машин.

Розрахунок економічних показників проводимо з визначенням додаткового економічного ефекту від зменшення пошкоджень та зниження забрудненості, а також з урахуванням затрат на транспортування буряків до бурякопункту.

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності коренезбиральних машин типу КС-6Б обладнаної новим сепарувальним пристроєм представлено в табл.5.1.

Оскільки продуктивність обох машин, кількість обслуговуючого персоналу, питомі витрати палива однакові, економічну ефективність визначаємо від зменшення пошкоджень та зменшення забрудненості коренеплодів

Економічний ефект від зменшення пошкоджень визначається за залежністю

$$E = 0,95 \cdot 10^3 (X_1 - X_2) Q m t K C_1 - 10^4 (X_1 - X_2) \cdot (D_r - t (0,0104 + 0,00095 X_2) Q m K C_2$$

де X_1 і X_2 — кількість сильно пошкоджених коренів базовою і модернізованою машиною відповідно, %;

Q — кількість буряків зібраних за сезон, Т;

m — частка сировини, що підлягає зберіганню;

D_r — вихідна цукристість коренеплодів, % ($D_r = 14\%$);

t — середній термін зберігання буряку на цукровому заводі

($t = 30$ днів);

K — поправочний коефіцієнт;

C_1 — оптова ціна цукру, грн/т ($C_1 = 16000$ грн/т, станом на березень

2017р.);

НУБІП України

C_2 — прями витрати на виробництво однієї тони цукру ($C_2=8500$ грн/т станом на січень 2020 р.);

Таблиця 3.1

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

| Показники | Одиниці виміру | Модернізована модель | Базова модель |
|----------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Змінна продуктивність | га/год | 2,0 | 2,0 |
| Річне планове завантаження | год | 300 | 300 |
| Середня урожайність | т/га | 23,4 | 23,4 |
| Основні якісні показники | | | |
| - втрати коренеплодів | % | 2,2 | 2,2 |
| - пошкодження | % | 4,7 | 6,8 |
| - забрудненість | % | 3,8 | 6,3 |

Кількість буряків зібраних за сезон визначаємо із залежності

$$Q = UWзTr = 23,4 * 2,0 * 300 = 14040 \text{ т,}$$

де U — середня урожайність буряків, т/га;

$Wз$ — продуктивність машини за годину змінного часу, га/год;

Tr — річне планове завантаження машини, год;

Поправочний коефіцієнт визначається як добуток коефіцієнтів

$$K = K_1 K_2 K_3,$$

де K_1 — коефіцієнт заготовки буряку, $K_1=0,9$;

K_2 — коефіцієнт втрат буряку за період від приймання до переробки

$$K_2=0,96;$$

K_3 — коефіцієнт виходу цукру з сировини $K_3=0,75$

Тоді $E = 187742$, а на один га зібраної площі $E = 313$

Так як розрахунок економічної ефективності ведемо при збиранні цукрових буряків перевалочним способом визначимо економічну ефективність Е_{дод} від зняття технологічного транспорту що іде поруч (у модернізованій машини) тобто зняття видатків, пов'язаних з транспортуванням коренеплодів від бурякозбиральної машини до краю поля де укладаються тимчасові кагати.

Продуктивність за одну годину змінного часу на відвезенні цукрових буряків в базової моделі визначається:

$$W_{з.в} = B/T_{ц},$$

де B — вантажездатність прицепа, Т;

$T_{ц}$ — час одного циклу при відвезенні, год;

Приймаємо, що відвезення здійснюється трактором ЮМЗ-6Л з причіпом 2ПТС-4 на відстань 1 км.

Вантажездатність прицепа в тонах чистої продукції коренеплодів буряків буряків визначається:

$$B = (q/100)Ч,$$

де q — паспортна вантажездатність прицепа (2ПТС-4 - 4т);

$Ч$ — чистота вороху коренеплодів при збиранні базовою та модернізованою машинами, яка визначається як сто мінус забрудненість.

$$\text{Тоді } B_{б} = 3,75 \text{ т. } B_{м} = 0.$$

Час одного циклу при відвезенні коренеплодів визначається

$$T_{ц} = t_{нав} + t_{пер} + t_{вив} + t_{х.пер.},$$

$t_{пер.б} = 0,125$ — час перевезення коренеплодів, год;

$t_{х.пер.б} = 0,083$ — час холостого переїзду, год;

$t_{вив.б} = 0,11$ — час вивантаження коренеплодів, год;

Час навантаження транспортного засобу

$$t_{нав} = B/YW_{з}$$

де $W_{з}$ — продуктивність роботи машини, га/год;

Y — урожайність коренеплодів цукрових буряків, т/га;

Тоді $t_{нав.б} = 0,080$ год. $t_{нав.м} = 0$.

$$T_{ц.б}=0,398 \text{ год. } T_{ц.м}=0. \quad W_{зв.б}=9,42 \text{ т/год. } W_{зв.м}=0$$

Необхідна кількість транспортних засобів для вивезення коренеплодів з 1 га визначаємо

$$K_{н}=U/V$$

$$K_{н.б}=6,24 \text{ шт/га.}$$

$$K_{н.м}=0.$$

Необхідна кількість транспортних засобів для вивезення коренеплодів до кагатів від бурякозбиральної машини із забезпеченням безперебійної роботи останньої визначаємо із залежності

$$K=(U T_{ц})/V$$

$$K_{б}=2,48 \text{ шт}$$

$$K_{м}=0.$$

Заробітну плату працівників по вивезенню коренеплодів з одного

гектара визначаємо із залежності:

$$З=\sum K_i r_i / K_i$$

де K — кількість механізаторів, які зайняті на вивезенні,

r_i — погодинна ставка механізатора ($r_i = \text{грн/год}$);

K_i — коефіцієнт використання експлуатаційного часу ($K_i=0,7$).

$$\text{Тоді } З_{б}=42,8 \text{ грн/га}$$

$$З_{м}=0.$$

Питомі витрати на реновацію транспортних засобів

$$A=(B \cdot a \cdot U)/(W_{зв} \cdot T_{рт})$$

де B — балансова вартість транспортного засобу (ЮМЗ-6Л+причіп 2ПТС-4), грн ($B=150000$ грн);

a — нормативний коефіцієнт амортизаційних відрахувань на реновацію ($a=0,16$);

$T_{рт}$ — нормативне річне завантаження трактора, год (1000 год).

$$\text{Тоді } A_{б}=100 \text{ грн/га. } A_{м}=0.$$

Питомі відрахування на капітальний, поточний ремонт і планове технічне обслуговування визначається

$$P=(B*(R_k+R_n)*Y)/W_{зв}*T_p,$$

де $(R_k+R_n)=0,34$ — нормативний коефіцієнт щорічних відрахувань на капітальний і поточний ремонт, тоді $P_б=21,11$ грн/га. $P_м=0$.

Питомі затрати на паливо-мастильні матеріали визначаються

$$П=(N_g*q*Ц_п*Л_n*K*T_ц)/100,$$

де N_g — номінальна потужність двигуна, кВт ($N_d=51,5$ кВт);

q — питома витрата палива, кг/кВт год ($q=0,252$ кг/кВт год);

$Ц_п$ — вартість дизельного палива, грн/кг ($Ц_п=28,0$ грн/кг станом на

березень 2020р.)

$Л_n$ — коефіцієнт використання потужності трактора, % (80%);

тоді $П_б=510,57$ грн/га. $П_м=0$.

Прямі експлуатаційні видатки

$$В_п=З+А+P+П$$

$$В_п.б=860,96 \text{ грн/га}$$

$$В_п.м=0$$

Питомі капіталовкладення визначаються

$$К_п=(B/(W_{зв}*T_p))*Y$$

$$К_п.б=621,10 \text{ грн/га.}$$

$$К_п.м=0$$

Приведені витрати на 1 га — $П_{пит}=e*K_п+В_п$

де e — нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень

($e=0,15$)

$$П_{пит.б}=962,7 \text{ грн/га}$$

$$П_{пит.м}=0$$

Економічний ефект від зняття технологічного транспорту що їде поруч (у модернізованій машині) тобто зняття видатків, пов'язаних з

транспортуванням коренеплодів від бурякозбиральної машини до краю поля

де укладаються тимчасові кагати на одному гектарі складає

$$E_{дод}=П_{пит.б}-П_{пит.м}=96,27$$

Річний економічний ефект складає

$$E_{\text{дел}} = E \cdot W_3 \cdot T_p = 57765$$

Крім того, модернізована машина буде мати економічну ефективність від зменшення витратків, пов'язаних з транспортуванням коренеплодів від кагатів до бурякопункту коренеплоди навантажуються навантажувачем СПС-4,2.

Продуктивність за одну годину змінного часу на відвезенні цукрових буряків визначається

$$W_{3.В} = B / T_{\text{ц}},$$

де B — вантажність причепа, T ;

$T_{\text{ц}}$ — час одного циклу при відвезенні, $с$;

Приймаємо, що відвезення здійснюється трактором ЮМЗ-6Л з причіпом 2ПТС-4 на відстань 12 км.

Вантажність причепа в тонах чистої продукції коренеплодів буряків визначається

$$B = (q / 100) \cdot \text{Ч},$$

де q — паспортна вантажність причепа (2ПТС-4 — 4т);

Ч — чистота вороха коренеплодів при збиранні базовою та модернізованою машинами, яка визначається як сто мінус забрудненість.

$$\text{Годі } B_б = 3,75 \text{ т; } B_м = 3,9 \text{ т;}$$

Час одного циклу при відвезенні коренеплодів визначається

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{нав.б}} + t_{\text{пер.б}} + t_{\text{вив.б}} + t_{\text{х.пер.б}},$$

$t_{\text{пер.б}} = t_{\text{пер.м}} = 0,7$ — час перевезення коренеплодів, год;

$t_{\text{х.пер.б}} = t_{\text{х.пер.м}} = 0,6$ — час холостого переїзду, год;

$t_{\text{вив.б}} = t_{\text{вив.м}} = 0,3$ — час вивантаження коренеплодів, год;

Час навантаження транспортного засобу

$$t_{\text{нав}} = B / W_{\text{н}}$$

де $W_{\text{н}}$ — продуктивність роботи машини, (СПС-4,2 — 100 т/год);

Годі $t_{\text{нав.б}} = 0,037$ год, $t_{\text{нав.м}} = 0,039$ год.

$T_{\text{ц.б}} = 1,637$ год. $T_{\text{ц.м}} = 1,639$ год.

$$W_{зв.б} = 2,29 \text{ т/год. } W_{зв.м} = 2,38 \text{ т/год.}$$

Необхідна кількість транспортних засобів для вивезення коренеплодів з 1 га.

$$K_n = U/V$$

$$K_{н.б} = 6,24 \text{ шт. } K_{н.м} = 6 \text{ шт.}$$

Заробітну плату працівників по вивезенню коренеплодів з одного гектара визначаємо із залежності

$$З = K r_i / T_{ц} K_i$$

де K — кількість механізаторів, які зайняті на вивезенні;

r_i — погодинна ставка механізатора ($r_i = \text{грн/год}$);

K_i — коефіцієнт використання експлуатаційного часу ($K_i = 0,7$).

тоді

$$З_б = 107,8 \text{ грн/га}$$

$$З_м = 103,7 \text{ грн/га}$$

Питомі витрати на реновацію транспортних засобів

$$A = (B * a * Y) / (W_{зв} * T_{рт}),$$

де B — балансова вартість транспортного засобу (ЮМЗ-6Л+причіп

2ПТС-4), грн ($B = 150000$ грн);

a — нормативний коефіцієнт амортизаційних відрахувань на реновацію ($a = 0,16$);

$T_{рт}$ — нормативне річне завантаження трактора, год (1000 год).

$$\text{Тоді } A_б = 408,7 \text{ грн/га. } A_м = 393,2 \text{ грн/га.}$$

Питомі відрахування на капітальний, поточний ремонт і планове технічне обслуговування визначається

$$P = (B * (R_k + R_n) * Y) / W_{зв} * T_{рт},$$

де $(R_k + R_n) = 0,34$ — нормативний коефіцієнт щорічних відрахувань на

капітальний і поточний ремонт

$$\text{тоді } P_б = 868,5 \text{ грн/га.}$$

$$P_м = 855,7 \text{ грн/га.}$$

Питомі затрати на паливо-мастильні матеріали визначаються

$$П = (N_g * q * Ц_p * L_n * K * T_{ц}) / 100$$

де N_g — номінальна потужність двигуна, кВт ($N_d = 51,5$ кВт);

q — питома витрата палива, кг/кВт год ($q = 0,252$ кг/кВт год);

$Ц_p$ — вартість дизельного палива, грн/кг ($Ц_p = 28,0$ грн/кг станом на березень 2020р.);

L_n — коефіцієнт використання потужності трактора, % (80%);

тоді $П_б = 2121,1$ грн/га.

$П_m = 2042,0$ грн/га.

Прямі експлуатаційні видатки

$$В_п = З + А + Р + П$$

$В_п.б = 3506,1$ грн/га

$В_п.м = 3394,6$ грн/га

Питомі капіталовкладення визначаються

$$К_п = (Б / (W_{зв} * T_{тр})) * У$$

$К_п.б = 2554$ грн/га.

$К_п.м = 2458$ грн/га.

Приведені витрати на 1 га — $П_{пит} = e * К_п + В_п$

де e — нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($e = 0,15$)

$П_{пит.б} = 3847,2$ грн/га

$П_{пит.м} = 3722,8$ грн/га

Економічний ефект від зниження забрудненості коренеплодів буряків на 1 га складає $Е'_{д} = П_{пит.б} - П_{пит.м} = 1244$ грн/га

Річний економічний ефект складає $Е_д = Е'_{д} * W_{зв} * T_{тр} = 174642$ грн

Загальний економічний ефект за рік експлуатації становить

$$Е_p = Е_{дод} + Е_д = 175886 \text{ грн}$$

Валова продукція обраховується за формулою

$$В_п = S * У$$

де S — площа коренеплодів що збирається за рік одною машиною, га;

$$S = Tr \cdot W_k = 600 \text{ га}$$

де W_k — продуктивність комбайна, га/год;

$$B_{п} = 14040 \text{ т}$$

Термін окупності капіталовкладень

$$\Delta p = (K_1 - K_2) / E_p \text{ роки} \quad \Delta p = 0,6 \text{ роки}$$

$K_1 - K_2$ — сума річних капіталовкладень в базових і модернізованих моделях.

Таблиця 5.2

Економічні показники проекту

| Показники | Одиниці виміру | Базова модель | Модернізована модель |
|-----------------------------------|----------------|---------------|----------------------|
| Площа | га | 600 | 600 |
| Валовий збір | т | 14040 | 14040 |
| Питомі капіталовкладення | грн./га | 3175,0 | 2458,1 |
| Витрати на реновацію | грн./га | 508,7 | 393,2 |
| Прямі експлуатаційні витрати | грн./га | 4375 | 3394,6 |
| Приведені витрати | грн./га | 4770 | 3722,8 |
| Термін окупності капіталовкладень | роки | - | 0,6 |
| Загальний економічний ефект | грн | - | 175886,0 |

ВИСНОВКИ

1. З проведеного аналізу відомих типів сепаруючих пристроїв можна зробити висновок, що дане удосконалення значно покращує очищення коренеплодів від землі (навіть при вологості 26%).

2. Найбільш перспективним шляхом удосконалення очисних пристроїв є застосування прийнятої схеми, тобто на першій стадії очищення „агресивних” робочих органів з їх переходом в більш „ніжний” режим сепарації по мірі віддалення коренеплодів від викопуючого пристрою, оскільки імовірність взаємодії тіла коренеплоду з робочою поверхнею зростає із зменшенням вмісту ґрунту у вороху коренеплодів.

3. Дослідження кінематичних параметрів пальцевих роторних сепараторів довели, що вони забезпечують якісне виконання технологічного процесу очищення коренеплодів при встановленні визначених режимів роботи.

4. В результаті теоретичних досліджень роботи сепарації коренеплодів отримані графічні залежності зміни відносної швидкості і швидкості нормального зближення коренеплодів з робочими поверхнями сепараторів від кута атаки їх установки, в межах $110...135^\circ$, що дало можливість теоретично дальність польоту та зміщений контакт з тілом коренеплоду, при цьому максимальні значення швидкостей досягаються при параметрах близьких до 135° і не перевищують 2 м/с, крім цього встановлено кут зміщеного контакту з пальцем ротора, який знаходиться в діапазоні $20...30^\circ$ і дозволяє виконати умови переміщення коренеплодів у валок.

5. Попередній економічний розрахунок свідчить що ефективність досягається за рахунок підвищення продуктивності та від зниження забрудненості коренеплодів. Загальний економічний ефект за рік експлуатації становить 175886 грн

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аванесов Ю.Б., Бессарабов В.И., Русанов Н.И. Свеклоуборочные машины / - М.: Колос, 1979. - 351 с.

2. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя / В 3 т. - М.: Машиностроение. 1979 - 198с. Т. 1-728 с., Т. 2-559 с., Т. 3-557 с.

3. Бобко И.П., Мишин М.А., Долбиев И.С. Проверка комплекса свеклоуборочных машин для формирования укрепленных валков. //Тракторы и сельхозмашины. 1993. - №3.

4. Босой Е.С., Верняев О.В., Смирнов И.И. и др. Теория, конструкция и расчет сельхозмашин. -М.:Машиностроение, 1978. -567с.

5. Булгаков В.М. Совершенствование технологического процесса и машин для уборки корнеплодов свеклы: Автореф. Дис... д-ра техн. Наук в форме научного доклада: 05.20.01, 05.20.04 / АО ВИСХОМ, -М., 1993.-61с.

6. Бурмистрова М.Ф., Комолькова Т.К., Клемм Н.В. и др. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений. - М.: ГИСХЛ, 1956. - 343с.

7. Бовк П.Ф. Агрофизические свойства корней сахарной свеклы в связи с механизацией уборки.- В сб.: Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. Том 2.-М.-Л.: Сельхозгиз, 1936.

8.Гевко Р.Б. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів робочих органів бурякозбиральних машин. Автореф. дис. Докт. Техн. -К., 1999.-35с.

9. Довідник буряководів / В.Ф.Зубенко, В.Т.Онопрієнко, В.В.Февчук та ін. За ред. В.Ф.Губенко. - 2-е вид., перероб. і доп. - К: Урожай, 1986. - 232 с.

10. ДСТУ 2258-93. Машини бурякозбиральні. Загальні технічні умови. -К.: Держстандарт України, 1993. -18с.

11.Козіброда Я.І. Тенденції розвитку машин для збирання буряків. - Тернопіль: Збруч, 1996. -91с.

12.Маковецький О.А., Брей В.В., Погорельий Л.В. и др. // Механизация производства сахарной свеклы. -К.: Урожай, 1991. -184с.

13. Нова сільськогосподарська техніка / за ред. В.А. Ясенського. -К.: Урожай. 1991. – 320с.

14. Погорілий Л.В., Брей В.В. Фізико-механічні властивості коренів цукрових буряків у зв'язку з механізацією процесу їх збирання // Вісник сільськогосподарської науки. - 1971. №3. - С 31-37.

15. Хайліс Г. А., Коновалюк Д.М. Розрахунок робочих органів збиральних машин. -К.: НМК ВО. 1991. 256с.

16. Хелемендик М.М., Лоскутов Я.Я. Збирання цукрових буряків без втрат. -Львів: Каменяр. 1984. -47с.

17. Четверня В.П. Организация и технология уборки сахарной свеклы уборочно-транспортными агрегатами. -(Учебники и учеб. пособия для подготовки с.-х кадров массовых профессий). 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Агропромиздат, 1985. -79с.,ил.

18. Погорельый Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорельый, М.В. Гатяшко. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.

19. Погорілий М.Л. Механічні характеристики ґрунтово-коренеплідного середовища цукрових буряків в умовах динамічного навантаження / М.Л. Погорілий // Міжвід. наук.-техн. зб. – Кіровоград, 1995. – С. 150–158.

20. КД 46.16.01.005 – 93 “Випробування сільськогосподарської техніки. Основні положення”. К.: – 34 с.

21. Гевко Р.В. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин: конструювання і роз-рахунок / Р.В. Гевко. – Тернопіль, 1997. – 120 с.

22. Булгаков В.М. Теория свеклоуборочных машин : Монография / В.М. Булгаков, М.И. Черновол, Н.А. Свирень. – Кіровоград : “КОД”, 2009. – 256 с.

23. Аванесов Ю.Б. Свеклоуборочные машины // Ю.Б. Аванесов, В.И. Бессарабов, И.И. Русанов. – М., 1979. – 351 с.

24. Погорілий М. Закономірності розвитку бурякозбиральної техніки та обґрунтування раціональних обрисів вітчизняних машин / Максим Погорілий // Техніка АПК. – 1999. – № 3. – С. 8–12.

25. Хелемендик М.М. Напрями і методи розробки робочих органів сільськогосподарських машин / М.М. Хелемендик – К.: Аграрна наука, 2001. – 280 с.

26. Механізми з гвинтовими пристроями / [Б.М. Гевко, М.Г. Данильченко, Р.М. Рогатинський та ін.]. – Львів : Світ, 1992. – 380 с.

27. Напрямки вдосконалення сепаруючих робочих органів коренезбиральних машин / В.М. Барановський, В.Б. Онищенко, В.О. Соломка [та ін.] // Механізація сільськогосподарського виробництва – Т. XII. – 2002. – С. 31–42.

28. Паньків М.Р. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гвинтово-еліпсного очисника коренезбиральних машин: дис... кандидата техн. наук : 05.05.11 / Паньків Марія Романівна. – Тернопіль, 2003. – 160 с.

29. Гевко Б.М. Конструктивно-технологічні схеми сепараційних робочих органів бурякозби-ральних машин / Б.М. Гевко, Н.Є. Вивюрка // Вісник ТДТУ. – Тернопіль, 2000. Т. 5, № 3. – С. 28–33.

30. Гандзюк М.О. Розробка конструкції та обґрунтування параметрів доочисника коренеплодів: дис... кандидата техн. наук : 05.05.11 / Гандзюк Микола Олексійович. – Луцьк, 2002. – 163 с.

31. Виговський А.Ю. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів комбінованого очисника вороху кормових буряків : автореф. дис. на здобуття наук ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / А. Ю. Виговський. – Вінниця, 2006. – 20 с.

ДОДАТКИ

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ґРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

О.М. КОБЗАР магістр, **В. М. МАРТИШКО**, к.т.н., доцент

Одна з головних умов одержання високих врожаїв при інтенсивній технології вирощування ріпаку полягає в якісному передпосівному обробітку ґрунту, який виконують паровими культиваторами та комбінованими агрегатами, що забезпечує дрібногрудкувату структуру ґрунту та сприятливі умови для сівби і росту ріпаку.

Для передпосівного обробітку ґрунту використовують різні машини та ґрунтообробні агрегати, переважно використовують комбіновані ґрунтообробні агрегати, які за один прохід виконують декілька операцій: суцільну культивуацію, вирівнювання поверхні поля, подрібнення і ущільнення ґрунту, глибоке розпушування ґрунту по ширині і глибині тракторної колії.

Культиватор КПН-8, «Вакула» призначений для передпосівного обробітку ґрунту у всіх ґрунтово-кліматичних зонах, за виключенням районів з кам'янистими ґрунтами на глибину від 5 до 15 см. Робочим органом культиватора є звичайна стрічаста лапа шириною 270 мм, яка встановлена на жорстко закріпленій стійці, що дає змогу якісно проводити обробіток ґрунту на задану глибину без виглиблення на твердому ґрунті. Недолік культиватора - ущільнення ґрунту при підвищеній вологості.

Культиватор Lemken Kompaktor дає змогу досягти рівномірної глибини і ущільнення ґрунту що є важливим при сівбі ріпаку. За один прохід Kompaktor виконує декілька операцій. Спочатку передній коток вирівнює ґрунт і забезпечує перше подрібнення великих грудок, далі два ряди стрічастих лап проводять суцільне розпушування, за ними розміщений задній коток, а в кінці причіпний коток який забезпечує ущільнення ґрунту. Після проходження агрегату розпушений ґрунт знаходиться на твердій основі, а його дрібногрудкова структура забезпечує рівномірні сходи рослин. Завдяки тому що попереду й позаду розпушувальних лап встановлені котки ущільнення відбувається не робочими органами, а котками що сприяє якісній підготовці ґрунту під посів.

Особливість культиватора Vector від німецької фірми Kockerling полягає в блоці гідравлічного налаштування глибини за допомогою якого, можна безступінчасто регулювати глибину обробітку без необхідності зупинки трактора. Ще однією перевагою цього культиватора є можливість одночасно з обробітком ґрунту вносити мінеральні добрива.

Висновок. Найбільш ефективніше і якісніше підготовка ґрунту під сівбу озимого ріпаку перевагу віддають комбінованим агрегатам типу Lemken Kompaktor і Kockerling Vector, які використовувались не тільки при передпосівному а й при основному обробітку ґрунту.