

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ” 2024 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
магістр
(назва освітнього ступеня)

тема роботи «Удосконалення технологічного процесу коренезбиральної
машини з розробкою очисника кормових буряків»

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-3-ім
освітньої програми магістр
спеціальності _____
208 «Агроінженерія»
Страшівський С.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник док.філософії, доцент Шевчук М.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2024 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ОЧИСНИКІВ ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ	7
1.1 Аналіз існуючих конструкцій очисників	7
1.2. Аналіз технологічних процесів робочих органів доочисників	19
РОЗДІЛ 2. РОЗДІЛ 2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	23
2.1. Обґрунтування вибору робочого органу	23
2.2. Розрахунок основних конструктивно-кінематичних параметрів доочисника	29
2.2. Процес взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплоду	34
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	42
3.1. Загальні вимоги охорони праці при роботі доочисника головок коренеплодів	42
3.2 Заходи по покращенню умов праці	44
3.3Покращення умов роботи з розробленим пристроєм	46
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДООЧИСНИКА	47
4.1. Розрахунок показників оцінки економічної ефективності	40
Висновки по розділу	51
Загальні висновки	52
Список використаних джерел	54

РЕФЕРАТ

Старашівський С.Р. Удосконалення технологічного процесу коренезбиральної машини з розробкою очисника кормових буряків (Дипломний проект, Уманський національний університет садівництва, 2024: пояснювальна записка на 56 сторінках, у т.ч. 4 розділів, 33 рисунки, 4 таблиці, 22 джерела літератури).

В дипломному проекті проведено аналіз технологічних процесів і робочих органів для доочищення залишків гички на головках коренеплодів при їх механізованому збиранні.

Проведений аналіз дозволив обґрунтувати технологічний процес доочищенням залишків гички та розробити конструктивну схему двовалового доочисника з поздовжнім розміщення очисних валів.

Теоретичного визначено та обґрунтовано основні конструктивні і кінематичні параметри доочисника.

Використання розробленого доочисника дозволить знизити затрати праці при збиранні цукрових буряків за рахунок виключення ручної праці для очищення коренеплодів від залишків гички.

Мета досліджень – поставлено підвищити показники якості доочищення головок коренеплодів від залишків гички та зниження енергетичних показників шляхом обґрунтування раціональних конструктивно-технологічних параметрів доочисника повздовжнього типу.

Об'єкт досліджень - технологічний процес доочищення залишків гички на головках цукрових буряків.

Предмет досліджень – закономірності впливу конструктивно-технологічної схеми двовалового доочисника гички.

Ключові слова: КОРМОВІ БУРЯКИ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС
ОЧИЩЕННЯ, ДООЧИЩЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ, ДВОВАЛОВИЙ
ДООЧИСНИК, КОНСТРУКТИВНО-КІНЕМАТИЧНІ ПАРАМЕТРИ.

ВСТУП

Збільшення обсягів виробництва цукрових буряків та зниження їх собівартості є актуальною науково-технічною та народногосподарською проблемою. Це пояснюється великим попитом продукції цукрової промисловості, необхідністю додаткового забезпечення кормової бази тваринництва України та значним попитом цукру за її межами.

Збільшення виробництва цукрових буряків неможливе без подальшого вдосконалення технологічних процесів їх збирання. Збирання врожаю коренеплодів цукрових буряків є одним із найбільш складних і енергоємних процесів, в тому числі і за кількістю операцій: обрізка гички, доочищення головок, викопування коренеплодів, їх сепарація і т. ін.

Важливою ланкою технологічного процесу збирання цукрових буряків є операція доочищення головок коренеплодів від залишків гички, яка обумовлена вихідними вимогами до якості коренеплодів, що відправляються на цукровий завод де, як правило, застосовують ручне доочищення залишків гички на головках високозрізаних коренеплодів. За кордоном цю проблему вирішують за рахунок копірного дообрізання, при цьому зрізані верхні частини головки коренеплодів залишаються безпосереднє на полі, внаслідок чого втрачається 5...10% врожаю. Застосування такої технології в Україні вважається недоцільним: по-перше, при дообрізанні частина коренеплодів має сколотий зріз, а в інших розкриваються дупла і такі коренеплоди стають практично непридатними для довгострокового зберігання на приймальних пунктах цукрових заводів; по-друге, втрати при цьому досягають до 10% врожаю.

Актуальність досліджень зумовлена необхідністю пошуку більш раціонального способу доочищення головок коренеплодів, а також розробки конструктивно-технологічної схеми пристрою для реалізації цього способу, обґрунтування основних параметрів та режимів його роботи, що має велике народногосподарське значення для України.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ОЧИСНИКІВ ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ

1.1 Аналіз існуючих конструкцій очисників

Доочищення головок коренеплодів від залишків гички після її зрізування зрізу вальним апаратом є одним із найбільш вузьких місць технологічного процесу збирання цукрових буряків.

Від продуктивності очисника головок коренеплодів залежить продуктивність всього збирального комплексу, надійність роботи коренезбиральних машин та якість викопаних коренеплодів.

В роботах подані елементи аналізу і механіко-технологічні основи процесу відділення гички від головок коренеплодів ротаційними очисними апаратами. Було встановлено, що із збільшенням кутової швидкості обертання ротора збільшується натяг ланцюгів апарату, тому зміна динамічних властивостей очисного апарату здійснюється відповідним підбором кутової швидкості ротора і маси ланцюгів.

На основі досліджень фізико-механічних властивостей зусилля зв'язку гички з головками коренеплодів встановлено, що найменший опір при відділенні гички від головки кореня відбувається при направленні зусилля по дотичній до коренеплоду.

При механізованому збиранні цукрових буряків актуальним постало питання повного відокремлення залишків гички від головок коренеплодів, яке пізніше почали виконувати за дві операції—зрізування гички та доочищення головок коренеплодів від її залишків.

Відомі різноманітні способи відокремлення залишків гички від коренеплодів: електричний за пат. 256820 /НДР/, який ґрунтується на використанні різниці електричних опорів надземної та підземної частин буряків, агротехнічний за а.с. № 1604229 /СССР/, при якому залишки гички на коренеплодах присипають шаром ґрунту за 3...6 діб до збирання, завдяки чому черешки в'януть, зв'язок їх

з коренеплодом слабе і сепаруючі і транспортуючі робочі органи коренезбиральних машин доочищають буряки, тощо.

Але при виробництві використовують виключно тільки механічний спосіб доочищення головок коренеплодів від залишків гички. За кордоном для доочищення головок коренеплодів застосовують активні та пасивні дообрізувачі.

Основними ж механізмами для доочищення головок коренеплодів від залишків гички є очисники головок коренеплодів.

В п'ятдесяті роки комбайни фірм Штоль /Австрія/, Кіст /США/ обладнували очисниками ротаційного типу з робочими доочисними органами з гуми чи тросиків з розпушеними кінцями, які при обертанні оббивали листки і великі черешки, які залишалися не зрізаними. За останні п'ятдесят років розроблено велику кількість конструкцій очисників.

Ряд дослідників провели пошук раціональних конструкцій, дослідження технологічних процесів доочищення головок коренеплодів, обґрунтування та розрахунок параметрів очисників.

За критерій оцінки ефективності роботи очисника приймають відношення маси видалених з коренеплоду листків і черешків до вихідної їх маси, що залишилася після зрізування гичкозрізувальним апаратом:

$$E = \frac{m}{m_0} 100, \quad (1)$$

де E – коефіцієнт очистки, %; m – маса видалених листків і черешків, кг.; m_0 – маса, що залишилася після зрізування, кг.

Очевидно, що ступінь очищення E пропорційна числу ударів бичів по головці коренеплоду і їх інтенсивності. Оскільки отримання точних аналітичних залежностей пов'язане з рядом труднощів то на практиці величину E визначають експериментально.

В сучасних бурякозбиральних машинах застосовується ціла гама різноманітних конструкцій очисників головок коренеплодів.

У гичкозбиральних машинах вітчизняного виробництва найбільше

розповсюдження отримала компоувальна схема доочисника, зображеного на рис.1.1 (А.С. № 660616).

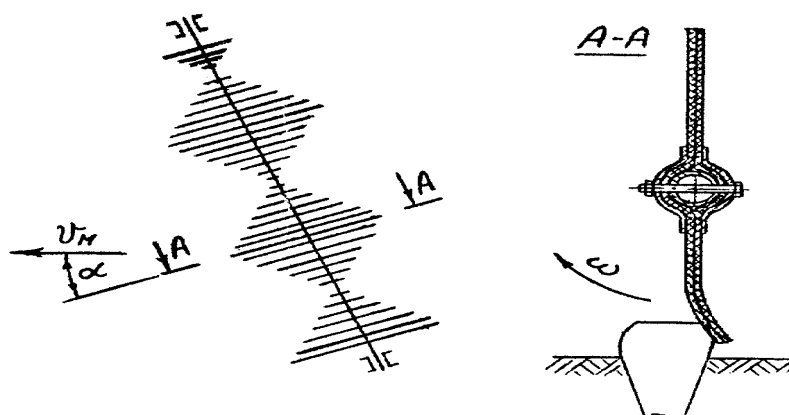


Рис.1.1. Компоувальна схема очисника та принцип роботи бича

Такий доочисник складається з рами, опорних коліс, які копіюють рельєф поля, горизонтального вала, на якому по гвинтовій лінії закріплені еластичні очисні бичі, виготовлені з гуми або поліуретану. За конструктивним виконанням бичі можуть бути прямокутної, квадратної або круглої форми.

При обертанні вала кінці еластичних бичів вдаряють по вершинах коренеплодів і збивають з них залишки гички, які виносять за межі оброблюваної зони. Винесення залишків гички на зібрану частину поля відбувається за рахунок розташування площини обертання ротора під кутом $15...17^{\circ}$ до напрямку руху машини.

З метою підвищення технологічної надійності очисників шляхом подрібнення і розсіювання рослинних залишків (рис.1.2) на горизонтальному валу, між очисними бичами, шарнірно закріплені подрібнюючі елементи, які розташовані з радіальним зміщенням один відносно одного (А.С. № 818536).

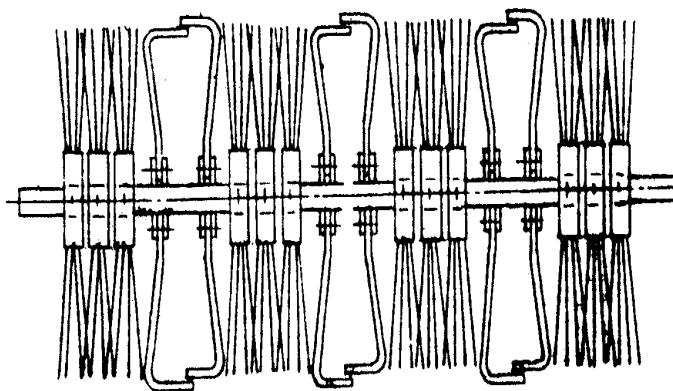


Рис.1.2. Очисник з подрібнюючими елементами між бичами

При переміщенні очисника вздовж рядків поля, гичка і рослинні залишки змітаються в міжряддя, де подрібнюються ножами і розкидаються по полю. Недоліком розглянутого очисника є висока ймовірність пошкодження коренеплодів ножами, при зміщенні рами відносно рядків, що в реальних умовах експлуатації відбувається досить часто.

Варіант розташування очисних бичів, виконаних у вигляді набору пружних прутків і закріплених на бокових поверхнях кронштейнів (А.С. № 1333255) зображений на рис.1.3.

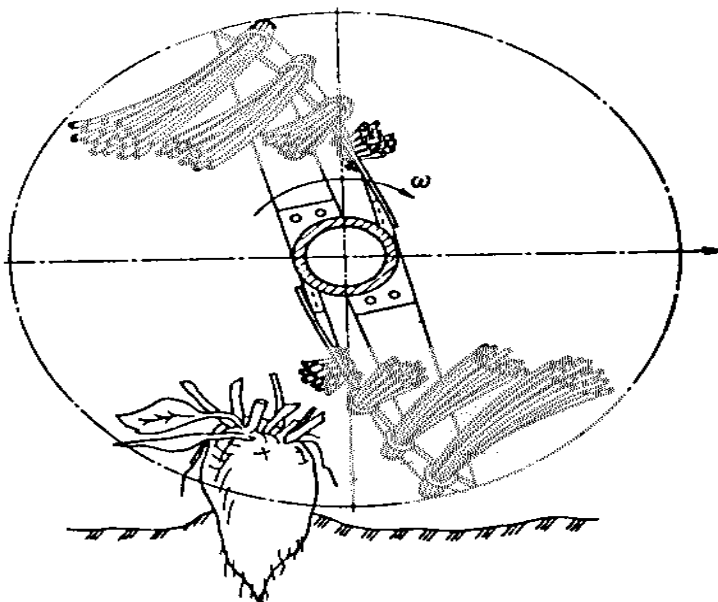


Рис.1.3. Очисник з боковою фіксацією бич у вигляді пружних прутків

В процесі роботи пристрою ближні до валу біли здійснюють початкове очищення коренеплодів, а за ними вступають в роботу другі біли, які розташовані вище перших, очищаючи коренеплоди від гички.

Складність конструкції, ненадійність в роботі елементів фіксації бил,

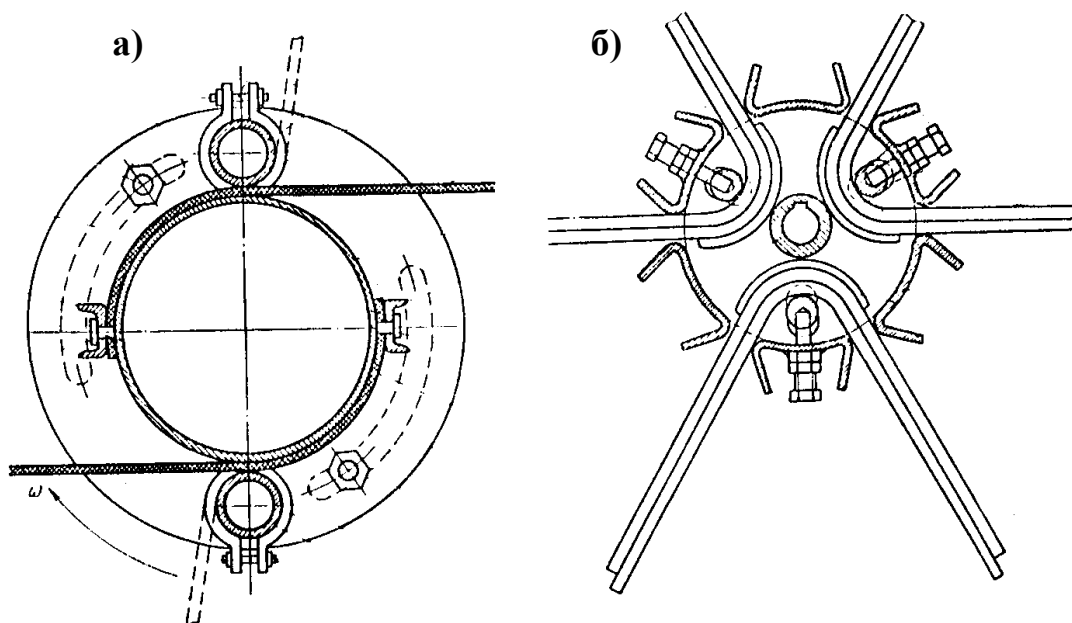


Рис.1.4. Очисники з фіксацією бичів підвищеної надійності:
а) А.С. №1530121; б) патент №404184

підвищене травмування коренеплодів кронштейнами не дозволило очиснику такої компоновки типу знайти застосування в бурякозбиральних комплексах.

Питанням підвищення надійності вузлів фіксації еластичних бичів на очисних валах присвячені конструкції очисників (А.С. №1 530121, патент № 404184), зображених на рис.1.4.

Недоліки роботи доочисника (А.С. № 1530121) є мала довговічність робочих частин еластичних бичів, які зношуються. До покращення доочищення регулюють довжину робочих кінців очисних елементів шляхом провертання фіксаторів очисних елементів разом з фланцями.

Зацікавленість викликає конструкція фіксуючого пристрою (патент № 404184), яка забезпечує спрощення монтажу бил і підвищує їх надійність і довговічність.

В той же час розглянуті конструкції фіксаторів складні у виготовленні, що

обмежує можливість їх широкого застосування в бурякозбиральних машинах.

Для доочищення коренеплодів кормових буряків від залишків гички застосовуються еластичні били, виконані у вигляді гумових трубок (рис.1.5, А.С. № 733542). Такі робочі органи характеризуються незначною парусністю, входять в залишки гички і, ковзаючи по поверхні головки, очищують їх від залишків гички. Крім цього, вони не переміщують ґрунт, що характерне для лопатних бичів. Завдяки цьому трубчасті били мають меншу енергоємність.

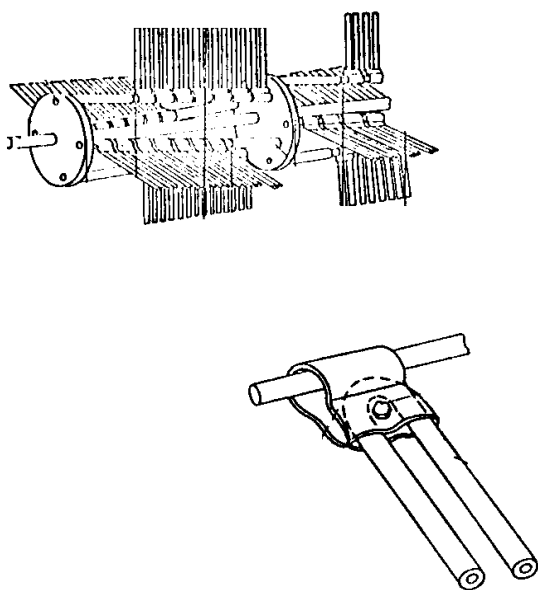


Рис.1.5. Очисник з билами із гумових трубок

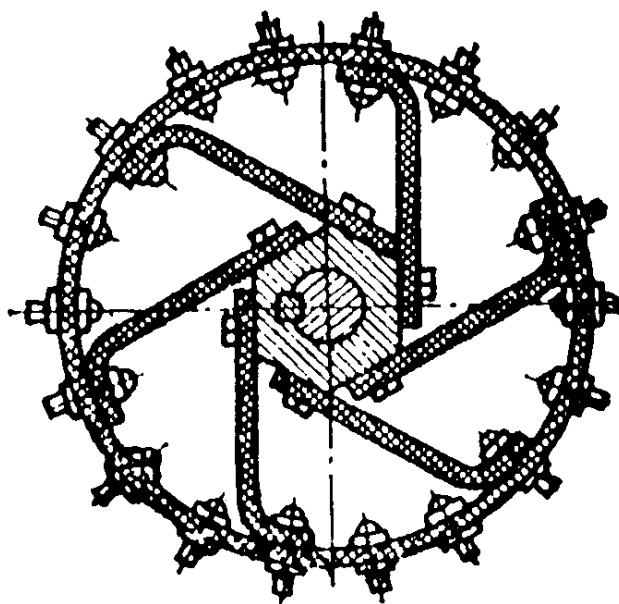


Рис.1.6. Очисник барабанного типу

Доочисний пристрій барабанного типу зображений на рис.1.6, (А.С. № 1102510). Його характерною особливістю є виконання кожного робочого органу у вигляді кільця, на зовнішній поверхні якого закріплені жорсткі очисні елементи. Кільце зв'язане з валом за допомогою шпирх, виконаних з еластичного матеріалу.

В процесі роботи кільце деформується, таким чином відбувається копіювання головки коренеплодів.

Недоліком розглянутого очисника є його недовговічність і порівняно невисока жорсткість еластичних шпирх, що погіршує якість очищення.

Компонувальна схема двовалового доочисника наведена на рис.1.7 (А.С. № 1568927). Метою винаходу є підвищення якості виконання

технологічного процесу доочищення кормових буряків від гички. На рамі розташовані механізм приводу, опорні колеса, передній і задній вали, які обертаються в зустрічному напрямку. Вали розташовані під кутом до напрямку руху доочисника із секціями еластичних робочих органів. Нижня кромка вихідного вікна кожуха розташована нижче найнижчої точки обертання робочих органів. Вихідне вікно кожуха розташоване вище найвищої точки траєкторії обертання робочих елементів. Бокові стінки мають паз для проходу коренеплодів. Вихідне вікно направляючим щитком зв'язано з шнековим транспортером. Збита з головок коренеплодів гичка під дією центробіжних сил і повітряного потоку направляється до вихідного вікна і відводиться із зони рядків.

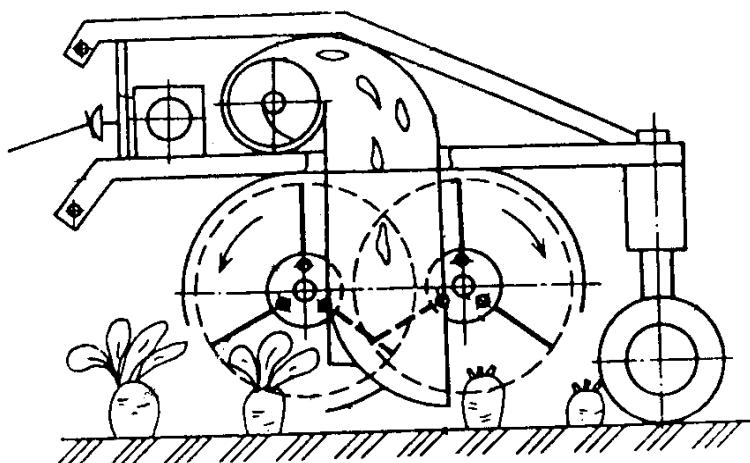


Рис.1.7. Схема двовального очисника

Недоліками цього очисника є велика енергомісткість процесу а також розпушування під час роботи верхнього родючого шару ґрунту, що призводить до зниження родючості ґрунту.

На рис. 1.8 і 1.9 (А.С. №№ 980655, 1269761, 886791, 1628901, 1130218, 1568926, 1058534) зображені очисники головок коренеплодів з вертикальною віссю обертання.

Робочі органи доочисників за А.С. №№ 980655 і 1269761 виконані у вигляді ланцюгів і конічних пружин.

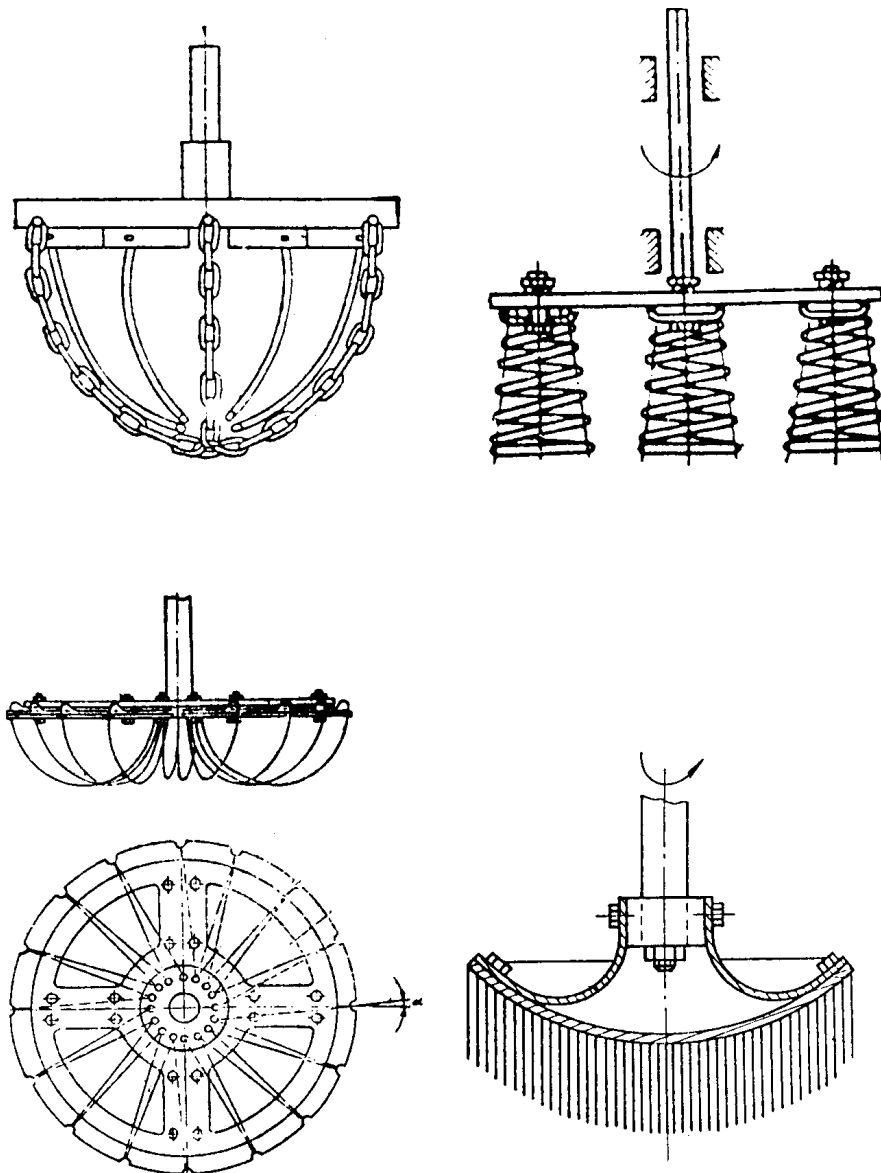


Рис.1.8. Очисники вертикального типу:

а) А.С. № 980655; б) А.С. №1269761;
в) А.С. № 886791;г) А.С. № 1628901.

Характерним недоліком технологічного процесу роботи таких доочисників є значне пошкодження коренеплодів жорсткими робочими органами.

На рис. 1.8 і 1.9 (А.С. №№ 980655, 1269761, 886791, 1628901, 1130218, 1568926, 1058534) зображені очисники головок коренеплодів з вертикальною віссю обертання.

Робочі органи доочисників за А.С. №№ 980655 і 1269761 виконані у вигляді ланцюгів і конічних пружин.

Характерним недоліком технологічного процесу роботи таких

доочисників є значне пошкодження коренеплодів жорсткими робочими органами.

Застосування гнучких прутків і щіток (рис. 1.8 в і рис. 1.8 г) в доочисниках роторного типу значно покращує якість доочищення і зменшує ступінь пошкодження коренеплодів. Однак складність приводу (на кожний

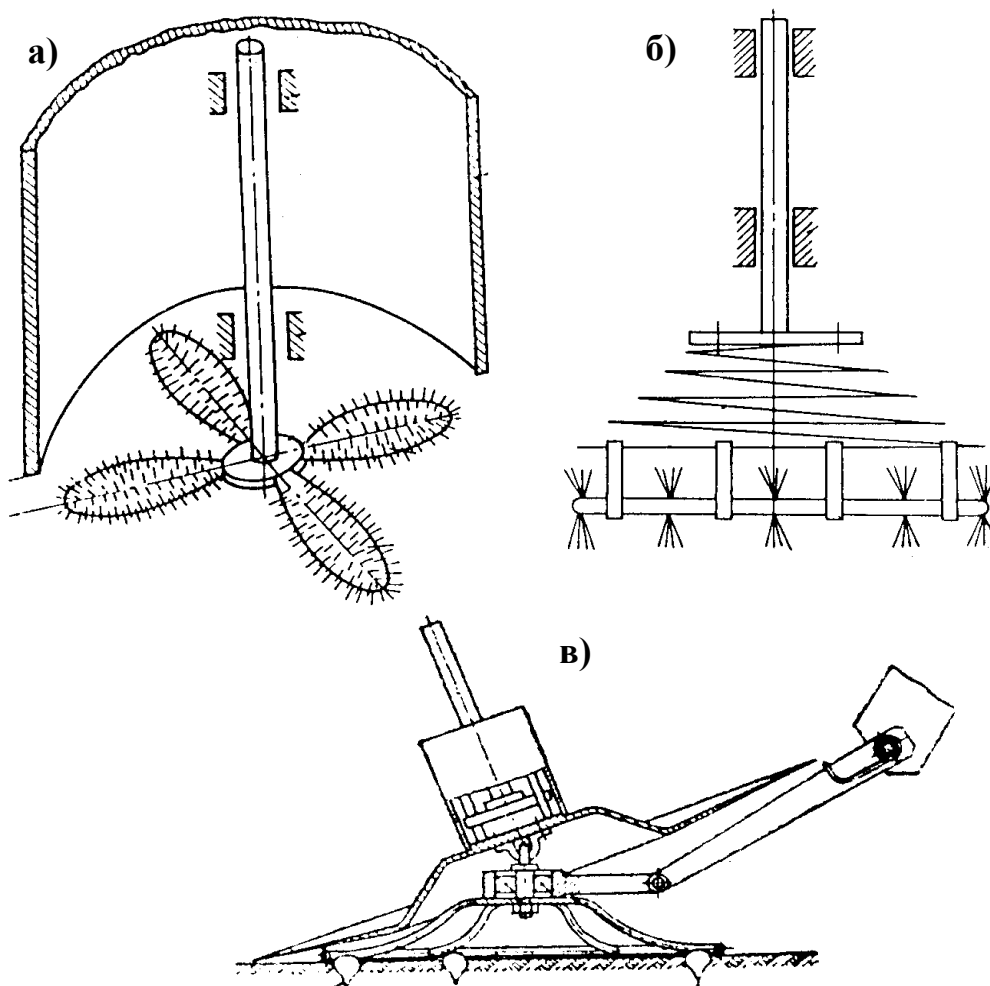


Рис. 1.9: а) А.С. № 1560218; б) А.С. №1568926;
в) А.С. № 1058534.

рядок коренеплодів необхідно мати окрему привідну вісь) в значній мірі обмежила широке застосування очисників даного типу. Оригінальні конструктивні рішення очисників головок коренеплодів зображені на рис.1.9 а, 1.9 б. В першому випадку робочий орган виконаний у вигляді лопаток, на яких закріплені еластичні стержні.

В процесі роботи еластичні лопатки доочищують головки коренеплодів від залишків гички і транспортують її по трубопроводу в зону вивантаження.

В другому випадку робочий орган виконаний у вигляді підпружиненого вала з очисними елементами, розташованого перпендикулярно осі обертання головного вала.

Основними недоліками розглянутих доочисників є їх складність виготовлення і експлуатації.

Ще один варіант доочисника (рис. 1.9 в) являє собою очисник фрезерного типу з похилим розташуванням осей. Недоліком даного доочисника також є складність у виготовленні і експлуатації.

Виконання напівжорстких еластичних бичів, шарнірно закріплених на осях горизонтального вала, зображено на рис.1.10 (патент США № 3306017).

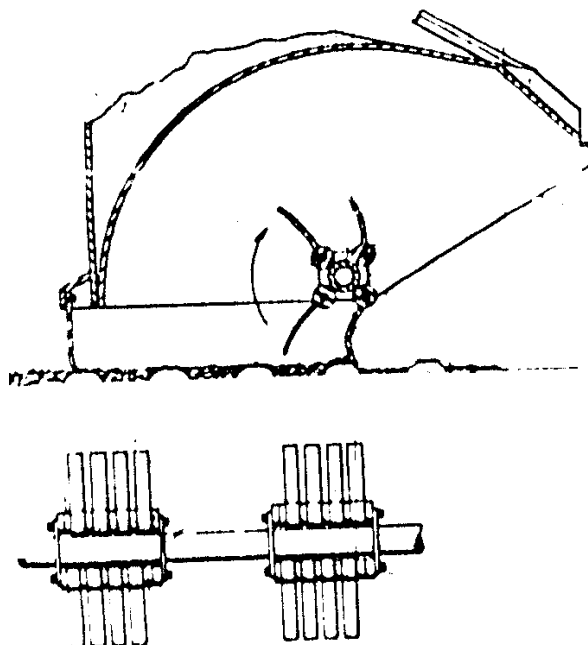


Рис.1.10. Очисник з шарнірно закріпленими бичами

Другий варіант доочисника головок коренеплодів з шарнірно закріпленими бичами (рис.1.11), який включає привідний горизонтальний вал з тангенційно закріпленими на ньому еластичними очисними робочими органами вільні кінці яких зв'язані з валом очисника за допомогою гнучких в'язів, розташованих з боку неробочих поверхонь робочих органів.

Варіант компоновального рішення активних дискових копіїв, які

працюють в парі з пасивними ножами зображені на рис.1.12 (патент ФРН № 2538224).

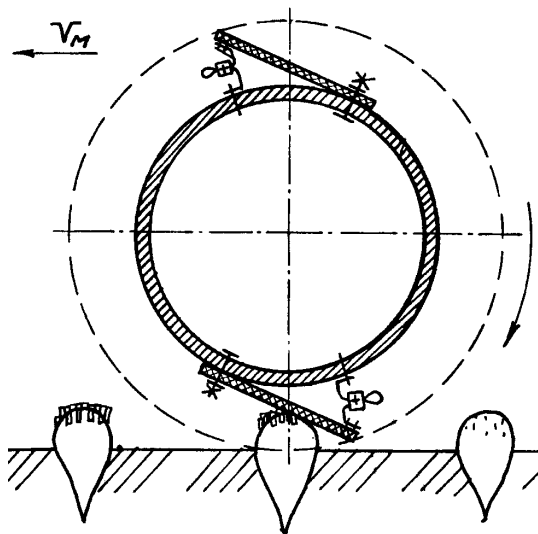


Рис.1.11. Очисник з тангенційно закріпленими бичами

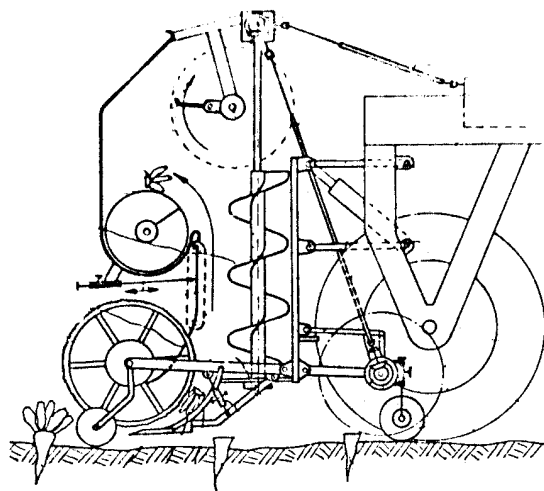


Рис.1.12. Очисник з активними дисковими копірами

Наведена компоновальна схема об'єднує в собі обрізання гички з одночасним копіюванням поверхні головок коренеплодів. Такі очисники, як правило працюють без допоміжного валу з еластичними бичами, оскільки пасивні дискові копіри з достатнім ступенем точності копіюють поверхню коренів.

Недоліком таких пристроїв є обмежена лінійна швидкість машини. При роботі на великих швидкостях можливе проскакування (галопування) копірами головок коренеплодів.

Розташування пасивного ножа, для кінцевого доочищення головок коренеплодів, після горизонтального вала з еластичними бичами зображено на рис. 1.13 (патент США № 3423914).

Розглянута компоновальна схема досить ефективно виконує свої очисні функції, але при цьому характеризується складністю конструкції і відносно великими енерговитратами процесу доочищення.

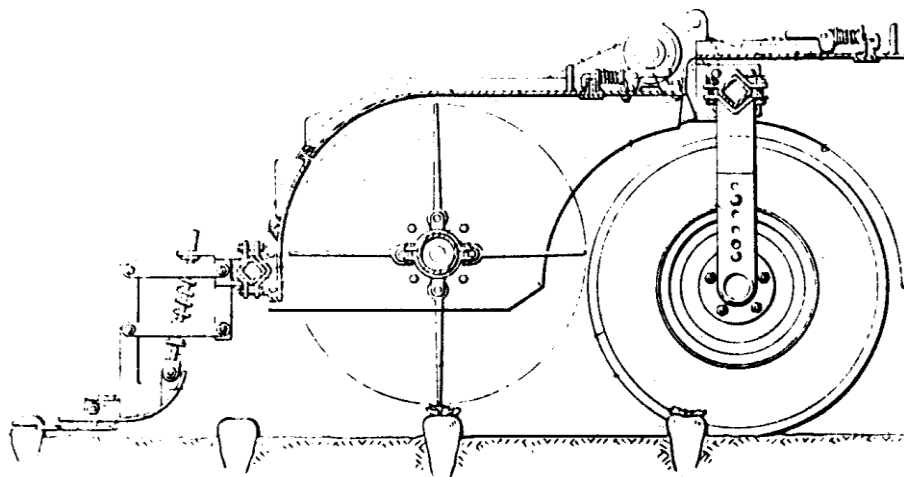


Рис.1.13. Очисник з розташуванням пасивного ножа після очисного валу

Пристрій для зрізування гички і очищення головок коренеплодів коренезбиральної машини фірми “Ерріо” (Франція) зображений на рис. 1.14.

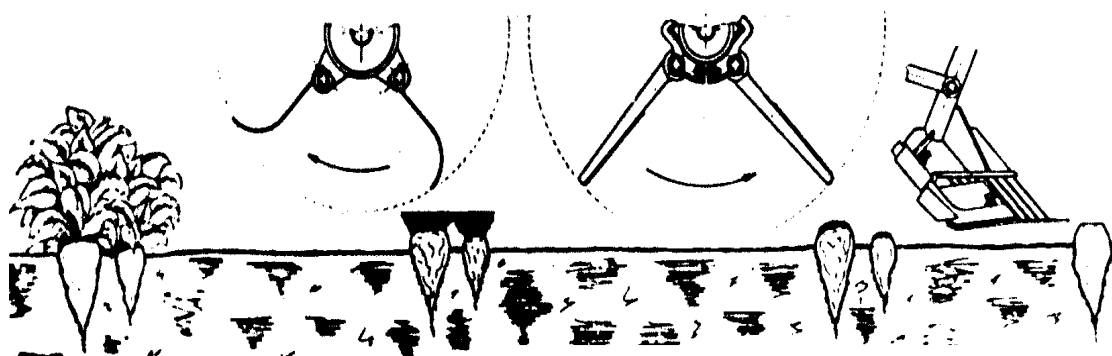


Рис.1.14. Очисник коренезбиральної машини фірми “Ерріо”

Такий пристрій основну масу гички зрізає ротором з шарнірними стальними ножами на рівні найбільш високо розташованих коренеплодів. Далі, залишки гички збиваються гумовими бичами. Більш точно доочищення головок коренів проводиться пасивними копіюючими ножами.

Процес доочищення головок коренеплодів цією машиною є занадто енергоємним а також призводить до значних втрат цукроносної маси у вигляді зрізаних головок коренеплодів.

1.2 Аналіз технологічних процесів робочих органів доочисників

Конструкції існуючих доочисників побудовані за чотирма принципами дії на залишки гички з метою їх видалення з поверхні головки коренеплодів: різанням; ударом; зчісуванням; комбінацією декілька дій.

Принцип різання реалізований в очиснику за патентом 2663986 /США/, в якому на випуклій поверхні різального диска розташовані виступаючі ножі, призначені для дообрізування залишків гички. Робочий орган за таким принципом дії не здатний скопіювати головку коренеплоду за її формою, і допускає значні пошкодження.

Комбінація декількох дій може бути реалізована в різноманітних конструкціях. Так, очисник за а.с. 978764 /СССР/ являє собою барабан з горизонтальною віссю обертання, вздовж твірних якою закріплені петлі з еластичного матеріалу. Петлі здійснюють складну дію—удар і зчісування. Очевидно, що якість роботи знижується тому, що таке виконання петлі не забезпечує їй достатньої пружності.

Але найбільш ефективними і технологічно прийнятними є прийоми зчісування залишків гички, зусиллям, прикладеним по дотичній до поверхні головки. Реалізувати таке зусилля може фрикційна поверхня, яка створюється шляхом розподіленого навантаження від поля відцентрових сил $/70...120 \text{ Н/см}^2/$. Цей процес може бути виконаний за допомогою гнучкої поверхні з вертикальною віссю, утвореної ланцюговим гичковидаляючим робочим органом, що копіює поверхню головок коренеплодів, різних за висотою, розмірами і формою. Проте конструктивно такий робочий орган не створює стійкої пружної просторової системи. В очиснику за а.с. 980655 /СССР/ параболічні стержні, діючи на ланцюговий параболоїд, усувають цей недолік і підвищують якість роботи.

Ступінь реалізації вибраного принципу технологічного процесу роботи очисника в значній мірі залежить від конструкції доочисного елемента.

Таким чином, не дивлячись на велику різноманітність принципів роботи і конструкцій очисників, ні один з відомих очисників не забезпечує вимог комплексної оцінки згідно вихідних вимог до технологічного процесу доочищення головок коренеплодів від залишків гички.

На рис.1.16 представлений типовий однопетлевий очисник. З метою підвищення довговічності очисників такого типу еластичні елементи можуть бути встановлені в два шари, як зображено на рис. 1.16; 1.17; 1.18; 1.19. В процесі роботи відбувається зношення і розрив зовнішньої петлі, після чого в роботу вступають внутрішні еластичні бичі, що підвищує ресурс роботи очисних елементів.

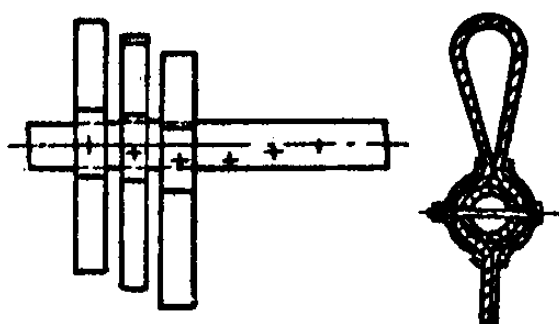


Рис.1.16. Однопетлевий очисник
А.С. №1235466

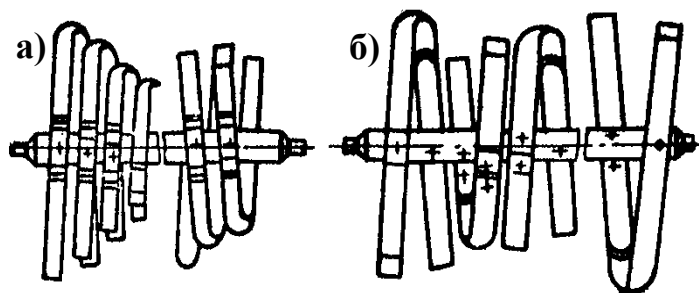


Рис.1.17. Очисник з різною висотою кріплення еластичних бичів:
а) А.С. №1475524; б) А.С.

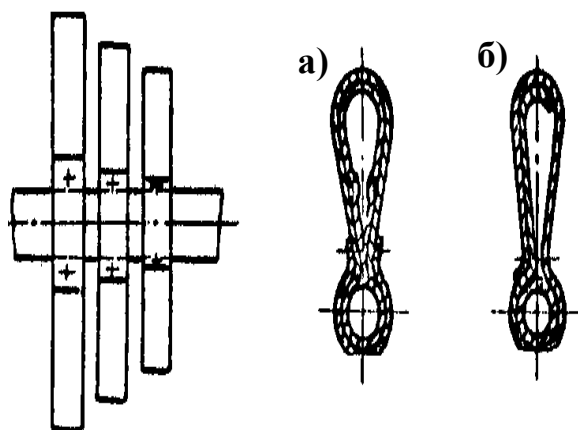


Рис.1.18. Двопетлеві очисники:
а) А.С. № 4810028; б) А.С.
№4722455.

Ефективне очищення коренеплодів, як по центру головки так і по їх бокових поверхнях забезпечують очисники зображені на рис. 1.19 і 1.20.

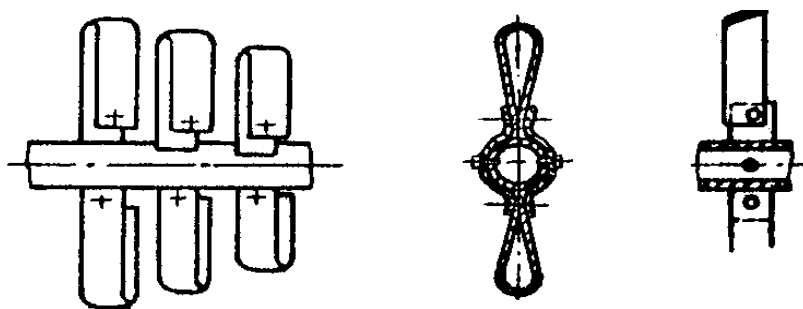


Рис.1.19. Очисник із зміщеним кріпленням еластичних бичів: А.С. № 1323006.

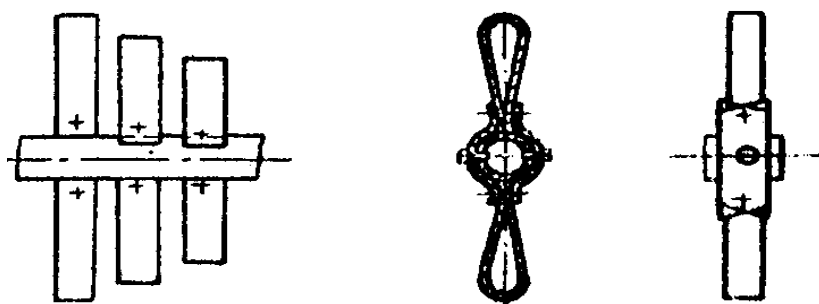


Рис.1.20. Очисник із скошеними притискними пластинами: А.С. № 1576001.

В а.с. № 1323006 це досягається за рахунок того, що один кінець очищувального елемента зміщений відносно іншого в напрямку осі валу і вільно повертається відносно фіксуючого стержня. В а.с. № 1591847 кінці притискних пластин виконані зі скосами, причому скоси кожного очисного елемента направлені один на зустріч іншому. В процесі роботи скоси забезпечують поперечне повертання бичів, що забезпечує рівномірне очищення коренеплодів.

З метою покращення ступеню очищення головок коренеплодів еластичні елементи можуть бути встановлені з кутовим зміщенням до напрямку осі обертання валу в протилежні сторони відносно фіксуючого стержня. В робочій зоні бичі частково перекриваються, при чому діаметрально протилежні лопатки, спрямовані в сторону обертання вала і зміщені один відносно одного в

протилежні сторони (рис. 1.21).

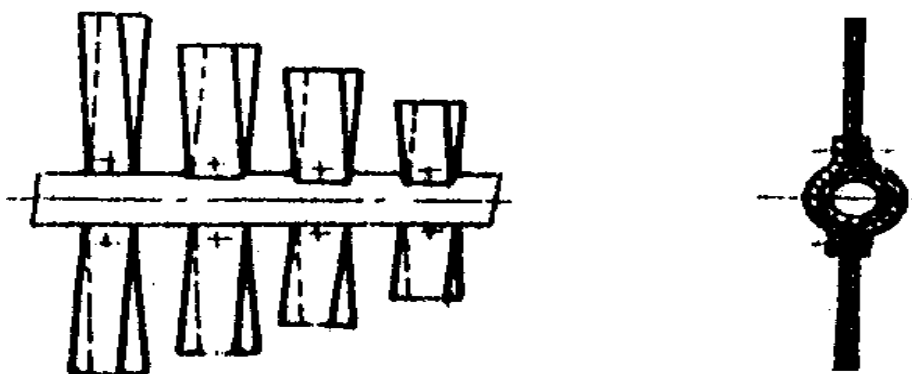


Рис.1.21. Очисник із розведеними лопатями: А.С. № 1571847

Значне підвищення строку служби очисника забезпечує конструктивне рішення W-подібних еластичних бичів (рис. 1.22), для яких в процесі зношення зовнішньої петлі можливі два варіанти перестановки полосової стрічки з її наступною фіксацією притискними пластинами.

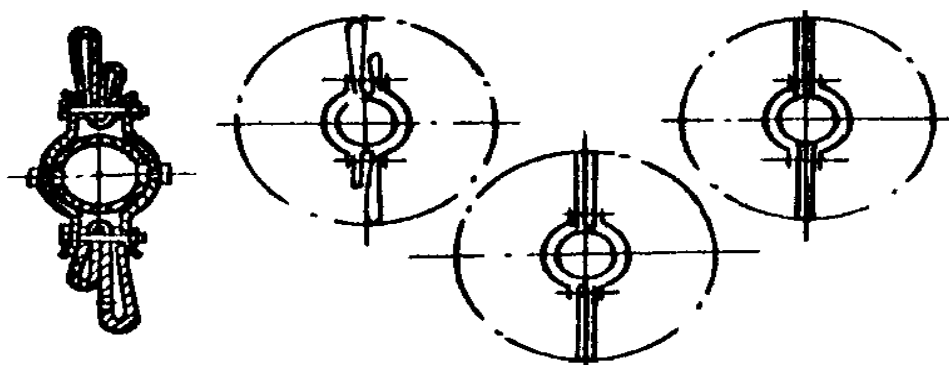


Рис.1.22. W-подібний очисник з різними схемами кріплення бичів: А.С. №1544849.

Характерною ознакою очисників такого типу є жорстке закріплення похилих металевих пластин на бокових поверхнях дисків або секторів. При цьому останні можуть бути притиснені автономною або центральними пружинами.

В процесі функціонування робочі елементи копіюють головку коренеплоду, що забезпечує високу якість очищення.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування вибору робочого органу

Поведений аналіз літературних джерел свідчить, що досягти допустимого агротехнічними вимогами очищення головок коренеплодів від залишків гички одним лише гичкозрізувальним апаратом досить важко. Найбільшого поширення в Україні набули технології двостадійного видалення гички з головок коренеплодів.

Для підтвердження ефективності використання очисника з поздовжнім розташуванням робочого очисного органу і обґрунтування вибору доочисника поздовжнього типу проведемо порівняння його роботи за агротехнічними властивостями з показниками роботи очисників, які на даний час застосовуються в сільському господарстві.

Для визначення агротехнічних та енергетичних показників і вибору раціонального типу очисника головок коренів були вивчені і проаналізовані результати проведених лабораторно-польових випробувань очисників машин БМ-6А (два варіанти) і МБС-6, конструктивні схеми яких наведені на рис. 2.1, 2.2, 2.3.

Порівняльні лабораторно-польові випробування проводилися на ділянках посівів цукрових буряків з врожайністю гички 580 ц/га при середній густоті насадження рослин 92,1 тыс/га і вологістю ґрунту 26,1%. Якість роботи порівнюваних доочисників головок коренеплодів оцінювали за наступними показниками: а) ступеня очищення головок коренеплодів від залишків черешків гички після зрізування її гичкозрізувальним апаратом; б) ступеня видалення рослинної маси – бур'янів і видаленої гички з рядків і міжрядь; в) впливу роботи доочисників на утримання гички в купі коренів.

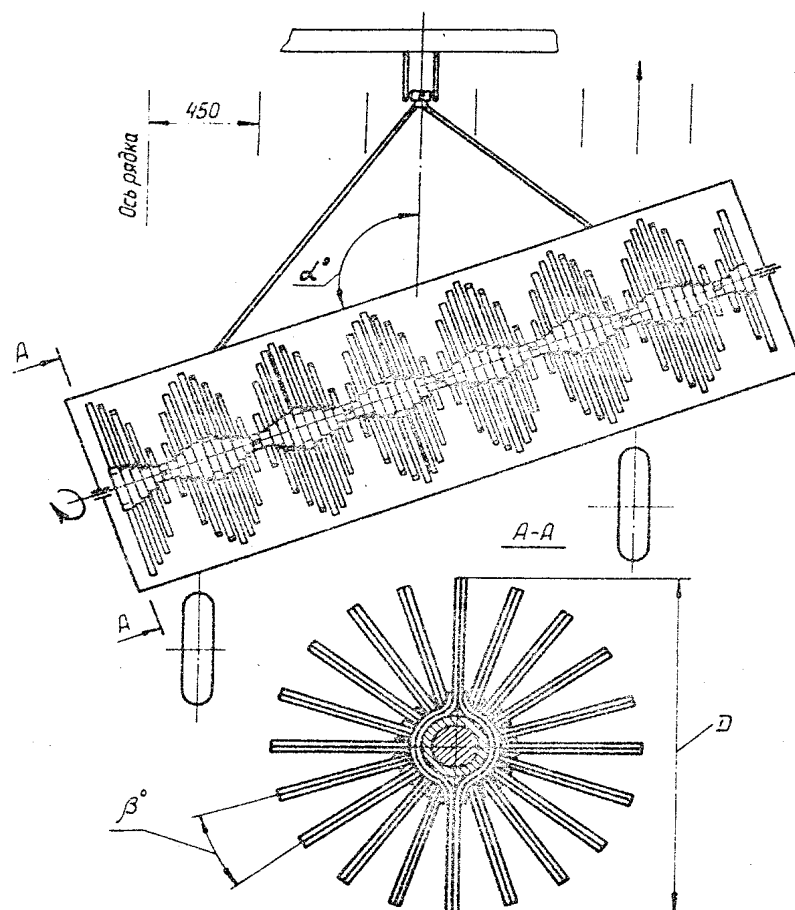


Рис. 2.1 Схема роторно-гвинтового очисника машини БМ-6А

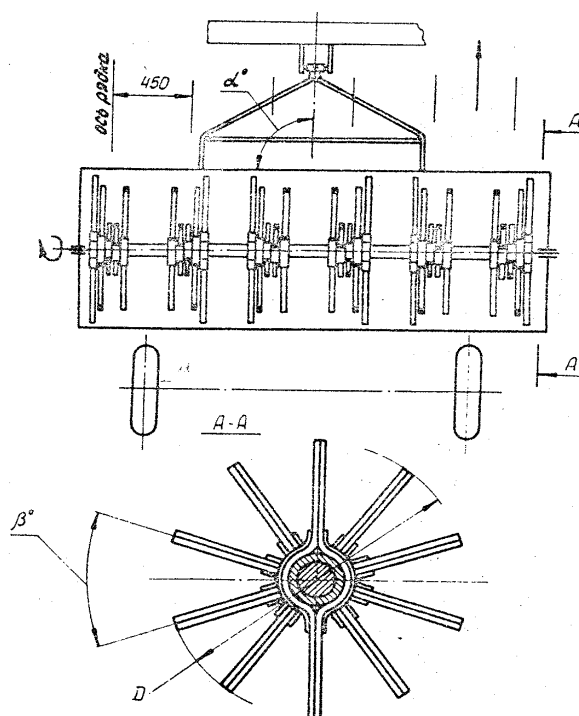


Рис. 2.2 Схема роторно-гвинтового очисника переривчастої навивки машини БМ-6А

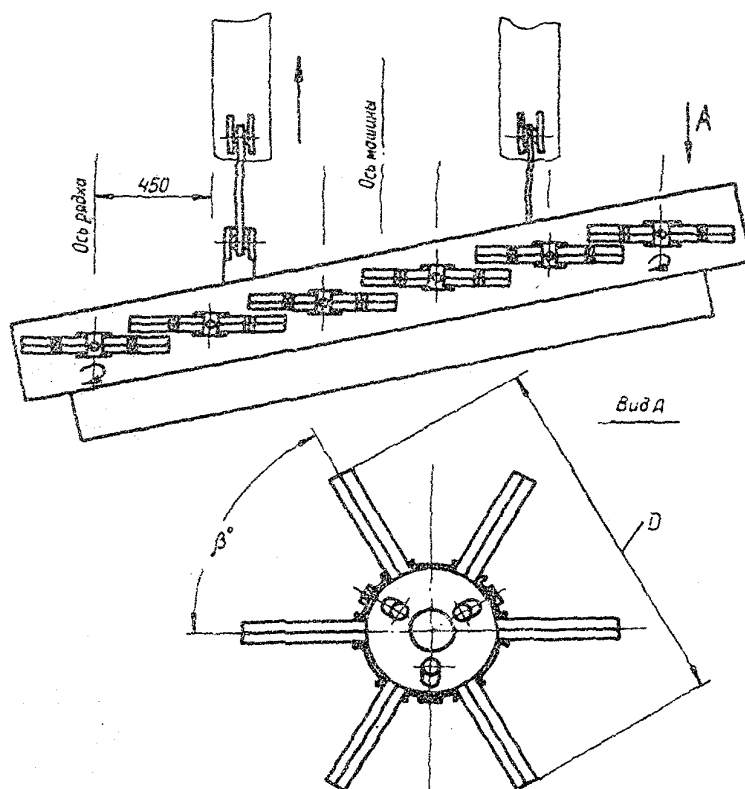


Рис. 2.3 Схема 6-роторного очисника машини МБС-6

Аналіз результатів (табл.2.1) показує, що краща якість очищення головок коренів від залишків гички і черешків забезпечує очисник з поздовжнім розташуванням очисних валів. Це пояснюється тим, що він суттєво видаляє залишки гички з головок коренів і зсуває її в міжряддя, що позитивно позначається на забрудненості вороху коренеплодів, тому що гичка не підбирається викопуючими робочими органами коренезбиральної машини. Забрудненість вороху коренеплодів гичкою після роторно-гвинтового очисника суцільної навивки складає 1,07%, а після роторно-гвинтового переривчастої навивки - 1,93%, що не задовольняє агротехнічним вимогам. Порівняння 6-роторного очисника машини МБС-6 і роторно-гвинтового очисника суцільної навивки показує, що вони практично однаково видаляють залишки гички з головок коренеплодів і виносять рослинну масу за межі рядків і міжрядь.

Агротехнічні показники роботи очисників приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Агротехнічні показники роботи очисників

Показники	Очисники			
	Роторно-гвинтової переривчастої навивки	6-роторний	Роторно-гвинтової суцільної навивки	Поздовжнім розташуванням валів
Поступальна швидкість машини, м/сек	1,5	1,5	1,5	1,5
Кількість гички на коренях, кг: до проходу очисника	1,42	0,69	1,42	1,19
після очисника	0,56	0,38	0,79	0,22
Віддалено гички очисником, %	60,5	44,9	44,4	81,5
Вільна гичка на поверхні поля, кг: до очисника	1,58	1,14	1,58	1,36
після очисника	0,56	0,51	1,0	0,31
Видалено гички очисником, %	64,6	55,2	36,7	77,2

Для 6-роторного очисника це справедливо тільки при роботі на вирівняних ділянках. При нерівностях ґрунту він незадовільно копіює поверхню поля і головки коренеплодів у поздовжній і поперечній площинах. У результаті цього на голівках і в міжряддях цукрових буряків залишається значна кількість гички.

За чистотою поверхонь зрізаних частин головок коренів після проходу очисників найкращим є очисник з поздовжнім розташуванням очисних валів.

На загальній схемі (рис.2.4) представлена конструктивна схема очисника головок коренеплодів з поздовжнім розташуванням очисних валів.

Конструкція очисника складається з основної рами 1, яка навішується на трактор за допомогою навісного пристрою 4. До основної рами кріпиться поворотна рама 2 за допомогою поворотної балки 3.

Поворотна рама необхідна для навішування на ній горизонтальних робочих органів, і вона має можливість встановлюватись, завдяки поворотній балці під кутом до поверхні поля. Робота пристрою виконується в плаваючому

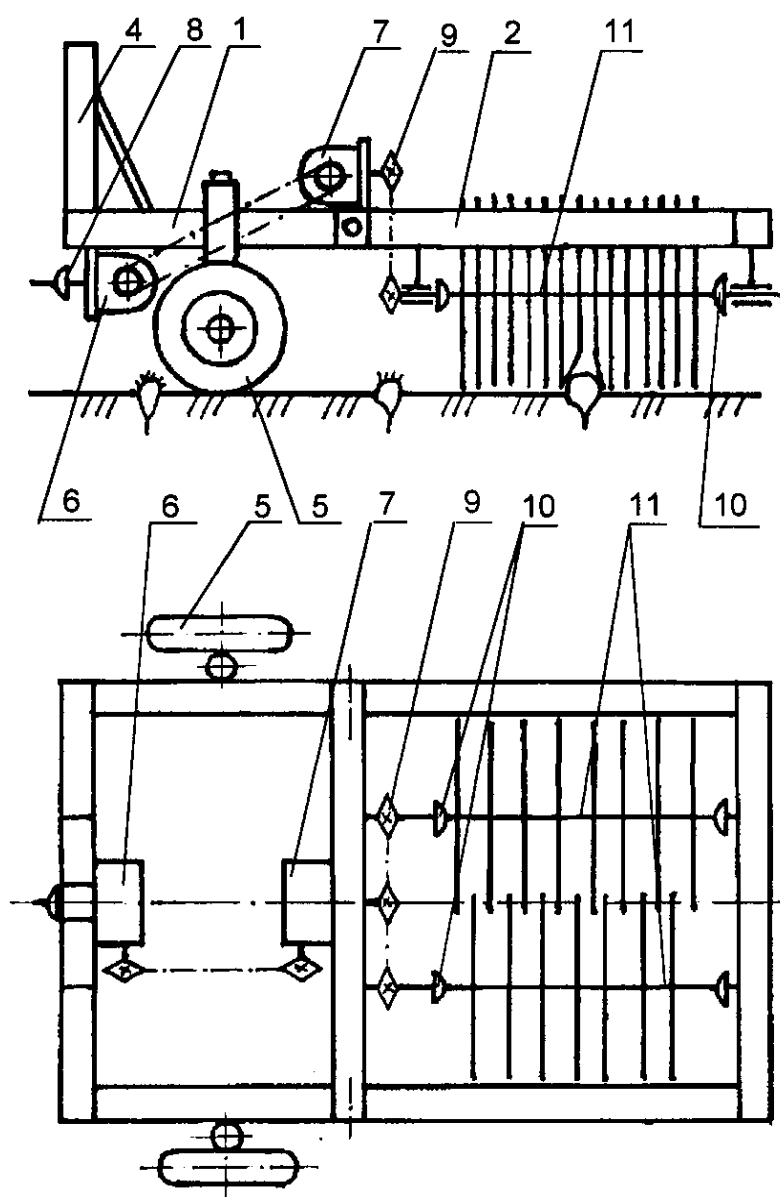


Рис. 2.4. Схема очисника головок коренеплодів горизонтального типу з поздовжніми робочими органами.

положенні, а пересування відбувається на опорних колесах 5. Треба відмітити, що висота робочого положення пристрою може регулюватися, а положення коліс відносно рами може змінюватися завдяки конструкції кріплення їх до рами.

На рис. 2.4 показані схеми (вид збоку і вид зверху) з повздовжніми робочими органами 11. Вони приводяться в дію за рахунок карданної передачі 8 від валу відбору потужності через конічний редуктор 6. Потім від нього за допомогою ланцюгової передачі приводиться в дію редуктор 7, який закріплений на поворотній балці 3, завдяки якому шляхом передачі через ланцюгові 9 і кардані 10 передачі приводяться в дію робочі органи 11.

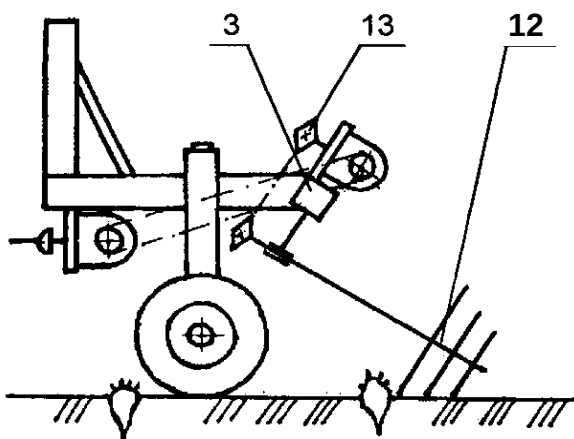


Рис. 2.5. Схема очисника головок коренеплодів консольно-похилого типу.

Конструкція пристрою дозволяє також встановлювати робочі органи поперечно до рядку. Привід робочих органів принципово не відрізняється від описаного вище. Слід відзначити, що завдяки з'ємному кріпленню і карданним передачам 10 робочі органи можна встановлювати не тільки чітко вздовж або поперек рядка, але і під кутом атаки в обох випадках.

Ефективність роботи очисників головок коренів залежить від конструктивних особливостей, і особливо, від виконання та стану очисних елементів. Необхідно відзначити, що на відміну від нового робочого органу з гумовими бичами, ременні бичі порівнюваних очисників у роботі швидко зношуються, при цьому заміна ременних бичів проводиться робиться через кожні 15-20 га. Це приводить до порушення технологічного процесу очищення

і зниженню продуктивності машини в цілому.

Завдяки поворотній балці 3 робочий орган 12 (рис.2.5), який приводиться в дію за рахунок ланцюгової передачі 13, і зміні висоти ходу пристрою можемо змінювати кут до поверхні поля.

На рис. 2.5 показана схема очисника головок коренеплодів консольно-похилого типу.

Таким чином, конструкції доочисників з поздовжнім розташуванням очисних валів на даний час є найбільш перспективними в плані підвищення показників якості технологічного процесу і зниження енергомосткості доочищення залишків гички з головок коренеплодів.

2.2 Розрахунок основних конструктивно-кінематичних параметрів доочисника

Основними конструктивними параметрами нового робочого органу для доочищення головок коренеплодів від залишків гички є ширина і довжина лопаті, під дією якої і відбувається відділення черешків від поверхні буряку.

Тому спочатку визначимо якою повинна бути ширина лопаті.

Основним кінематичним параметром руху очисної лопаті є кінематичний режим λ , який виражається формулою

$$\lambda = \frac{\omega R}{V_m}, \quad (2.1)$$

де ω – кутова швидкість обертання очисної лопаті, рад/с; R – радіус робочого органу, м; V_m – поступальна швидкість очищувального агрегату, м/с.

Розглянемо умови, коли: $\lambda > 1$; $\lambda = 1$; $\lambda < 1$. Якщо $\lambda < 1$, то після проходу очисника будуть залишатись рештки гички, що не задовольняє агротехнічним вимогам. В нашому випадку для якісної очистки головок коренеплодів необхідно дотриматись умови – $\lambda \geq 1$.

Розглянемо випадок, коли немає перекриття зони дії очисних лопатей, тобто $\lambda = 1$. Приймаємо поступальну швидкість руху агрегату V_m рівною 2,0 м/с згідно завдання (вихідних вимог). Діаметр очисного вала D вибираємо з конструктивних міркувань – приймаємо $D = 0,48$ м.

Тоді згідно (2.1) маємо

$$\omega = \frac{\lambda V_m}{R} = \frac{1 \cdot 2,0}{0,24} = 8,4 \text{ (рад/с)}.$$

Помноживши чисельник і знаменник формули (3.1) на час t отримаємо

$$\lambda = \frac{t\omega R}{tV_m}, \quad (2.2)$$

В формулі (2.2) вираз $t\omega$ показує кут (Θ), на який повертається очисна лопать відносно горизонтальної осі обертання за час взаємодії лопаті з головкою коренеплоду.

З іншого боку, Θ буде кутом повороту робочого періоду очисної лопаті. Цей кут повороту буде означати – через який кут повороту робочого органу доочисника вступає в дію наступна очисна лопать. В нашому випадку, коли конструкція очисника містить 4 лопаті, то:

$$\Theta = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ.$$

Час від початку взаємодії однієї очисної лопаті з поверхнею головки коренеплоду до початку взаємодії другої лопаті буде дорівнювати

$$\Delta t = \frac{\Theta}{\omega} = 3,14 / 2 \cdot 8,4 = 0,19 \text{ (сек.)} \quad (2.3)$$

З іншого боку треба дотриматись умови, коли переміщення машини за час Δt не повинно перевищувати ширину робочої лопаті b , тобто

$$b = V_m \frac{\Theta}{\omega} = 2,0 \cdot 0,19 = 0,38 \text{ (м)}. \quad (2.4)$$

Із формули (2.4) отримаємо: $\frac{\omega}{V_m} = \frac{\Theta}{b}$. Підставивши отримані дані в рівняння (2.3) маємо

$$\lambda = \frac{R\Theta}{b}. \quad (2.5)$$

Виходячи з того, що необхідна умова – $\lambda \geq 1$, маємо

$$\frac{R\Theta}{b} \geq 1. \quad (2.6)$$

тоді максимальна ширина загальної робочої лопаті очисного вала не повинна перевищувати значення

$$b \leq R\Theta \leq 0,24 \cdot 3,14 / 2 = 0,38 \text{ (м)} \quad (2.7)$$

З врахуванням (2.4) і (2.7), визначаємо ширину однієї лопаті b_l , при цьому кількість очисних секцій горизонтального вала приймаємо рівним 5.

Тоді
$$R\Theta / n > b_l > 0,38 / 5 \cong 0,08 \text{ (м)}. \quad (2.8)$$

З метою визначення оптимальних параметрів довжини лопаті побудуємо схему взаємодії лопаті з головкою коренеплоду.

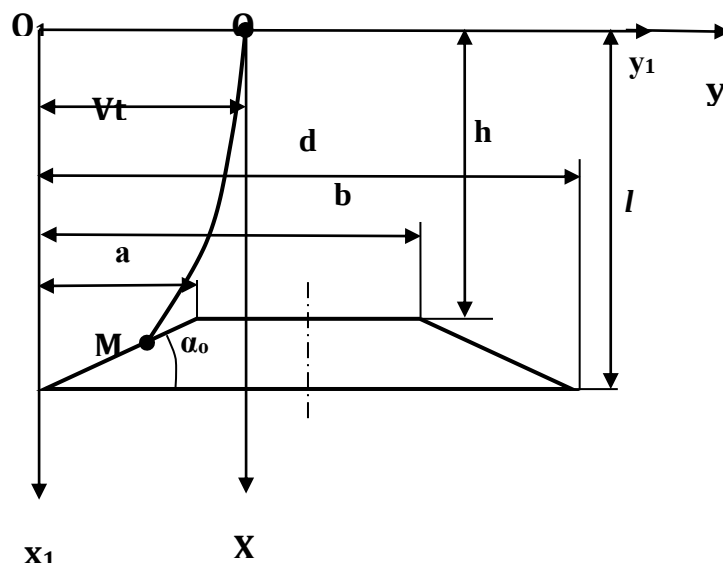


Рис. 2.6. Схема параметрів контактної поверхні головки **коренеплоду**

Поверхню коренеплоду буряка зв'яжемо з нерухомою системою координат $O_1Y_1X_1$ (рис. 2.6).

Зв'яжемо з точкою защемлення лопаті O рухому систему координат OXY . Координати деякої точки M на кінці лопаті позначимо через X і Y . Ця

точка співпадає з поверхнею буряка і рухається по радіусу робочого органу r .
У системі координат $O_1y_1x_1$ координати точки M складають

$$x_1=X, \quad y_1=Y+Vt, \quad (2.9)$$

де $V = \frac{\pi n}{30} r$ - колова швидкість, n - число обертів лопаті, хв^{-1} , r - радіус робочого органу, м; t - час пересування агрегату, с.

Визначаємо колову швидкість очисної лопаті

$$V = \frac{\pi n}{30} R = 3,14 \cdot 84 \cdot 0,24 / 30 = 2,2 \text{ (м/с)}.$$

Визначимо формулу серединної поверхні лопаті. Виділимо з однорідної лопаті елемент довжиною ds . Прийняті напрямки для сили $Q=Q(s)$, яка паралельна осі OY , сили $N=N(s)$, яка паралельна осі OX та згинаючого моменту $M=M(s)$ в поперечних перерізах виділеного елемента будемо вважати додатними.

Зсув та інерцію поворотів елементів лопаті не враховуємо. Масою лопаті нехтуємо.

Рівняння рівноваги елемента ds в проекціях на осі Oy та Ox буде мати вигляд:

$$\frac{dQ}{ds} = 0, \quad \frac{dN}{ds} = 0, \quad (2.10)$$

звідки Q та N – сталі величини.

Згинальний момент у перерізі пружно-в'язкого стержня у відповідності з законом Фохта визначається за формулою

$$M = c \left(k + \eta \frac{\partial k}{\partial t} \right), \quad (2.11)$$

де $c = EI$ – жорсткість перерізу при згині; E – модуль пружності матеріалу; I – момент інерції поперечного перерізу; η – коефіцієнт в'язкості лопаті; κ – кривизна зігнутої осі.

Рівняння для обертання елемента відносно поперечної осі, яка проходить через його центр мас O_2 , має вигляд:

$$\frac{dM}{ds} = Q \cos \varphi - N \sin \varphi, \quad (2.12)$$

де φ – кут повороту лопаті.

Поверхня коренеплоду, яка очісується кінцем лопаті наближена трьома лінійними ділянками.

Горизонтальна та вертикальна реакції на кінець лопаті

$$\begin{aligned} N &= R \cos(\gamma + \alpha); \\ Q &= R \sin(\gamma + \alpha), \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$\text{де } \alpha = \begin{cases} \alpha_o, & \text{на } AB, \\ 0, & \text{на } BC, \\ -\alpha_o, & \text{на } CD, \end{cases}$$

Підставимо значення N і Q із (2.13) в формулу (2.12), маємо

$$\frac{dM}{ds} = R \sin(\gamma + \alpha) \cos \varphi - R \cos(\gamma + \alpha) \sin \varphi = -R \sin(\varphi - \gamma - \alpha). \quad (2.14)$$

З граничної умови $M(l) = 0$, за формулою (2.12) маємо

$$\frac{d\varphi}{ds}(l) = 0, \quad (2.15)$$

де l – довжина лопаті.

Тоді використовуючи отриманий вираз можемо записати

$$0 = 2n^2 \cos(\varphi_1 - \gamma - \alpha) + A, \quad (2.16)$$

де φ_1 – кут повороту кінця лопаті.

Звідки

$$\left(\frac{d\varphi}{ds}\right)^2 = 2n^2[\cos(\varphi - \gamma - \alpha) - \cos(\varphi_1 - \gamma - \alpha)]. \quad (2.17)$$

Після певних перетворень одержимо

$$ds = \frac{d\varphi}{\sqrt{2} n \sqrt{\cos(\varphi - \gamma - \alpha) - \cos(\varphi_1 - \gamma - \alpha)}}. \quad (2.18)$$

Тоді

$$ds = \frac{d\varphi}{\sqrt{2} n \phi} \quad (2.20)$$

Інтегруючи рівняння (2.20) вздовж пружної лінії, знаходимо довжину лопаті

$$l = \int_0^l ds = \frac{1}{\sqrt{2} n} \int_0^{\varphi_1} \frac{d\varphi}{\phi}. \quad (2.21)$$

Отримане рівняння (2.21) характеризує зміну сумарної сили взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплоду в залежності від відстані її точки контакту відносно кінця робочої поверхні лопаті.

Після числового рішення рівняння знаходимо, що довжина лопаті дорівнює 0,24 м.

2.3. Процес взаємодії очисної лопаті з головкою коренеплоду

На основі проведеного аналізу літературних джерел і враховуючи конструкцію розробленого нового робочого органу очисника головок коренеплодів від залишків гички розглянемо аналітично процес взаємодії одиничної очисної лопаті з поверхнею головки коренеплоду цукрових буряків. При цьому вважаємо, що основна частина гички з головки буряку вже зрізана гичкозбиральною машиною, тобто моделюємо коренеплід як

нерухоме тіло, верхня частина якого являє собою півсферу певного радіусу r . Одинична лопать при взаємодії з головкою коренеплоду торкається півсфери в точці C і в подальшому згинаючись в двох площинах оббігає півсферу і ковзає по ній (рис. 2.7).

Зі сферичною поверхнею головки коренеплоду зв'яжемо нерухому систему декартових координат $OXYZ$, розміщуючи точку O в центрі півсфери.

Розглянемо сили, які виникають в точці C контакту лопаті з головкою коренеплоду. Внаслідок дії обертального моменту приводу лопаті, а також поступального руху машини очисна лопать зазнає деформації згину і кручення, що обумовлюється дією сили $\overline{P}$, яку можна вважати корисною робочою силою зчісування залишків гички з головки коренеплоду. В точці C діє сила тяжіння G , яка направлена вертикально вниз, а також прикладений вектор сили тертя $\overline{F_{mp}}$, який має напрямок протилежний напрямку швидкості руху точки C по головці коренеплоду. Відцентрова сила $\overline{F_u}$, яка також діє в точці C , відхиляє лопатку в радіальному напрямку її обертання. В цілому вважаємо, що моделювання взаємодії очисної лопаті з поверхнею головки коренеплоду цукрового буряку можна розглядати як рух матеріальної точки C під дією сил: $\overline{P}$, $\overline{N}$, $\overline{F_{mp}}$, $\overline{F_u}$, де $\overline{N}$ - нормальна реакція в'язі.

В векторній формі рівняння руху лопаті по поверхні головки коренеплоду має такий вигляд

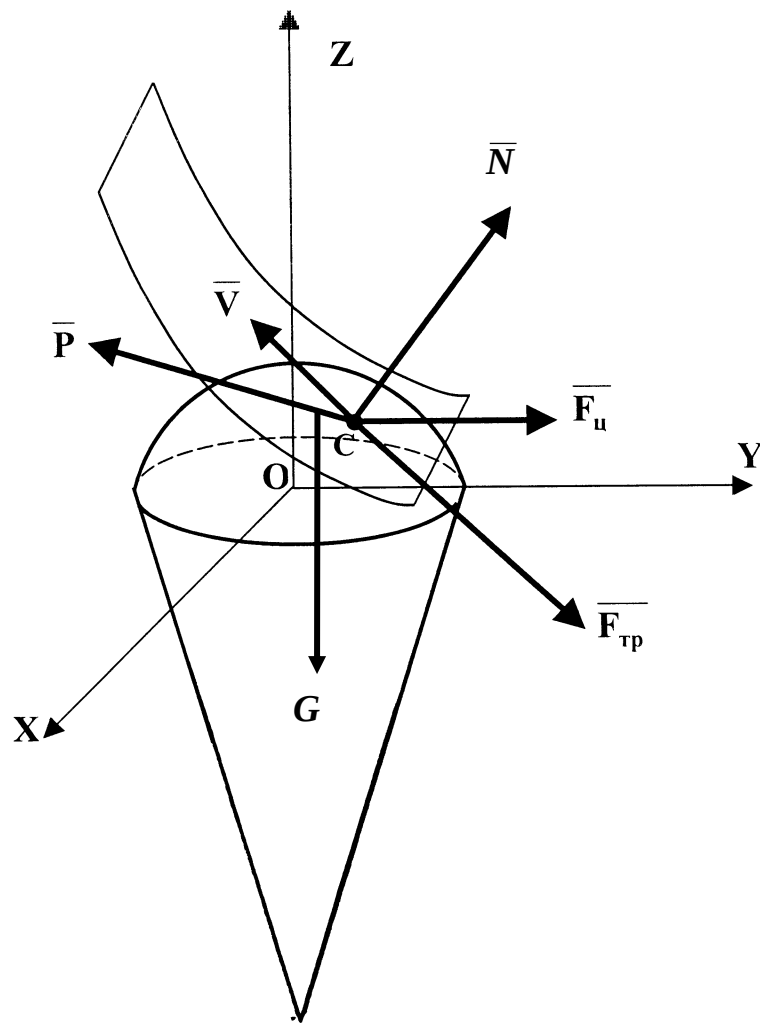


Рис. 2.7. Схема дії лопаті на головку коренеплоду

$$m\overline{W} = \overline{P} + \overline{N} + \overline{F_{mp}} + \overline{F_u}. \quad (2.22)$$

Визначимо складові правих частин рівнянь (2.22). Запишемо вирази для модуля сили тертя ($\overline{F_{mp}}$), а також відцентрової сили ($\overline{F_u}$) та її проекцій на осі Ox і Oy

$$F_{mp} = f_m N, \quad (2.23)$$

де f_m - коефіцієнт тертя лопаті по поверхні буряка.

$$\begin{cases} F_u = m\omega^2 R \\ F_{u_x} = m\omega^2 R \cos \omega t, \\ F_{u_y} = -m\omega^2 R \sin \omega t \end{cases} \quad (2.24)$$

де m - маса лопаті, кг; ω - кутова швидкість обертання робочого органу, рад/с; ωt - кут, на який повертається лопать за час, t .

Згідно принципу незалежності дії сил окремо розглянемо деформації згину і скручування лопаті. Деформація згину виникає внаслідок контакту лопаті з головкою коренеплоду при поступальному русі машини вздовж рядка а також відцентрової сили обертання робочого органу. Змоделюємо цей процес.

Розглянемо лопать як консольну балку з закріпленим кінцем (точка A) (рис. 2.8), на яку діє сила $P_{зг}$ на віддалі d від вільного кінця лопаті.

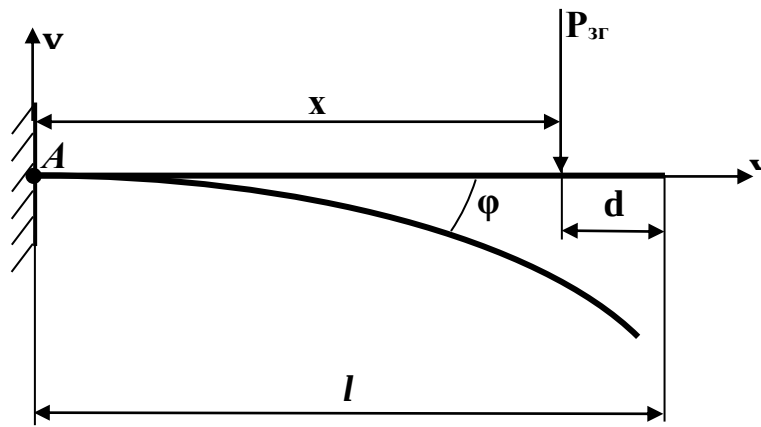


Рис. 2.8. Схема деформації лопаті під дією сили згину

Силу $P_{зг}$ можна визначити з диференціального рівняння зігнутої осі балки. Згинаючий момент в перерізі x від початку координат дорівнює

$$M_x = -P_{зг}(l - d - x). \quad (2.25)$$

Визначимо кут і величину прогину лопаті в точці контакту лопаті з головкою буряку C , тобто в точці $x = l - d$.

Для кута повороту лопаті

$$\varphi(l - d) = -\frac{P_{зг}}{EJ} \left[(l - d)^2 - \frac{(l - d)^2}{2} \right], \quad (2.26)$$

або

$$\varphi(l - d) = -\frac{P_{зг}}{2EJ} (l - d)^2. \quad (2.27)$$

Для величини прогину лопаті

$$y(l-d) = -\frac{P_{32}}{EJ} \left[\frac{(l-d)^3}{2} - \frac{(l-d)^3}{6} \right], \quad (2.28)$$

або

$$y(l-d) = -\frac{P_{32}}{EJ} (l-d)^3. \quad (2.29)$$

Якщо відомо $\varphi(l)$ або $y(l)$, то можна визначити P_{32} від кута повороту $\varphi(l)$

$$P_{32} = -\frac{2EJ\varphi(l)}{l^2} \quad (2.30)$$

та від величини згину $y(l)$

$$P_{32} = -\frac{3EJ y(l)}{l^3} \quad (3.31)$$

Сила P_{np} , яка рівна за величиною силі P_{32} , але протилежно їй направлена, буде силою притискання лопаті до головки коренеплоду. Дана сила буде корисною силою, яка здійснює зчісування гички внаслідок деформації згину. Наближено можна вважати, що ця сила направлена вздовж руху машини по рядку.

Далі розглянемо деформацію скручування лопаті очисника внаслідок обертального руху робочого органу навколо своєї осі.

Деформація скручування лопаті виникає завдяки дії крутного моменту, який передається від вала приводу робочого органу. Будемо вважати, що лопать являє собою вал прямокутного перерізу $h \times b$, де h - товщина лопаті, а b - ширина лопаті.

Відомо, що кут закручування у валів прямокутного перерізу визначається за формулою

$$\Theta = \frac{M_{кр} l}{GJ_k}, \quad (2.32)$$

де $M_{кр}$ - крутний момент, який викликає скручування, Нм; l - довжина вала, м; G - модуль зсуву матеріалу; J_k - момент інерції при крученні.

Момент інерції J_k визначається за формулою

$$J_k = \alpha h^4. \quad (2.32)$$

Коефіцієнт α залежить від співвідношення $b : h$ і вибирається з таблиць.

Знаючи кут закручування Θ , з формули (2.32) визначемо крутний момент, який викликає скручування

$$M_{кр} = \frac{GI_k \Theta}{l}. \quad (2.33)$$

Тоді сила скручування $P_{кр}$ буде дорівнювати

$$P_{кр} = \frac{M_{кр}}{b}, \quad (2.34)$$

де b - ширина лопаті.

Сила, яка дорівнює за величиною силі $P_{кр}$ і протилежно направлена буде корисною силою P_k , яка здійснює зчісування гички завдяки пружності лопаті при скручуванні. Можна вважати, що ця сила направлена по дотичній до траєкторії обертального руху лопаті по головці буряку.

Тоді результуюча сила зчісування гички P_z буде дорівнювати

$$\overline{P_z} = \overline{P_{np}} + \overline{P_k}. \quad (3.40)$$

В проекціях на осі координат маємо:

$$P_{np x} = P_{np}, P_{np y} = 0, P_{np z} = 0, P_{k x} = P_k \sin \omega t, P_{k y} = P_k \cos \omega t, P_{k z} = 0$$

Визначимо значення P_x та P_y

$$\begin{cases} P_x = -P_k \sin \omega t, \\ P_y = -(P_{np} + P_k \cos \omega t) \end{cases} \quad (2.41)$$

Звідки, підставивши значення P_k і P_{np} маємо

$$P_x = -EJ \left(\frac{2\varphi(l)}{l^2} - \frac{\Theta}{2(1+\mu)lb} \right) \sin \omega t \quad (2.42)$$

$$P_y = - \left(\frac{2EJ\varphi(l)}{l^2} + EJ \left(\frac{2\varphi(l)}{l^2} - \frac{\Theta}{2(1+\mu)lb} \right) \cos \omega t \right) \quad (2.43)$$

Аналіз залежності сили зчісування від часу взаємодії лопаті з головою коренеплоду (рис. 2.9) показує, що при зміні модуля пружності в більший бік

виникає велика сила зчісування, що призводить до пошкодження головок коренеплодів, а при зменшенні – занадто мала, при якій якість очищення не задовольняє вихідним вимогам.

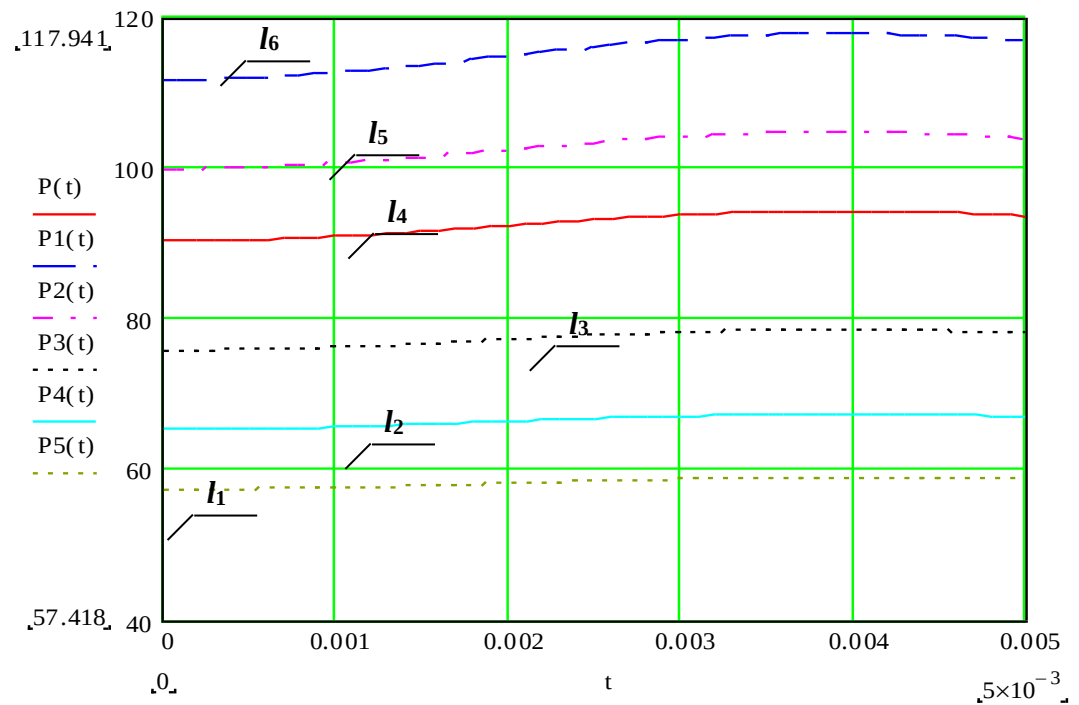


Рис. 2.10 Залежність сили зчісування від часу при таких довжинах лопаті ($l_1=32, l_2=28, l_3=24, l_4=20, l_5=18, l_6=16$ см) при ширині лопаті 3 см.

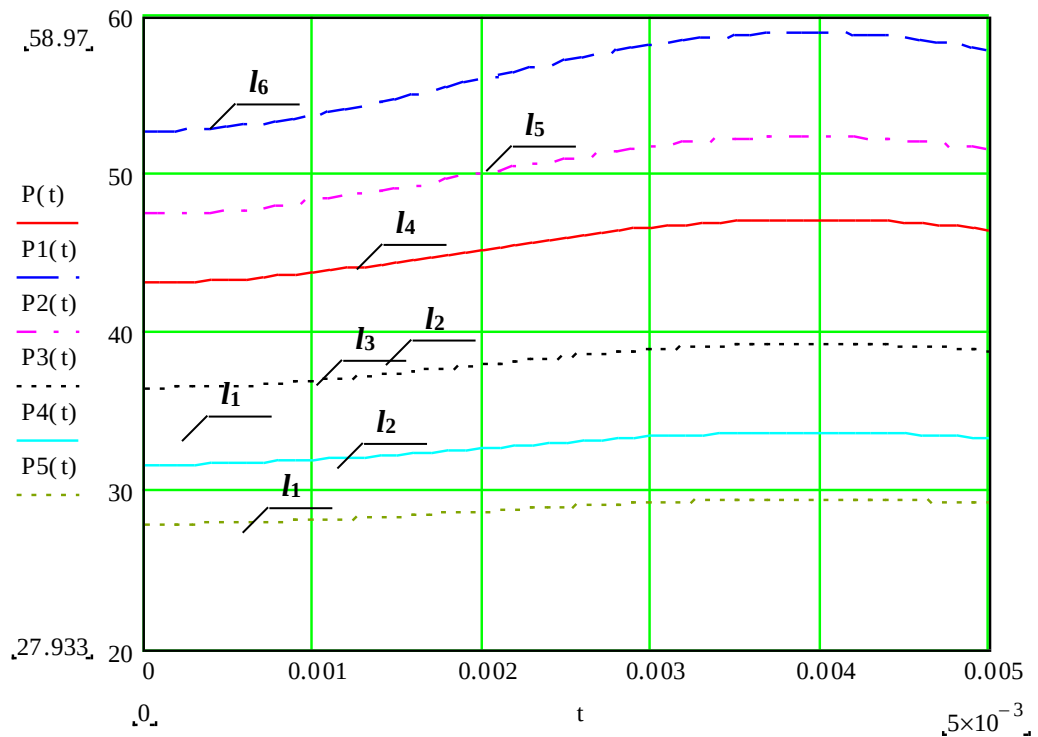


Рис. 2.11 Залежність сили зчісування від часу при таких довжинах лопаті ($l_1=32, l_2=28, l_3=24, l_4=20, l_5=18, l_6=16$ см) при ширині лопаті 5 см.

Треба відмітити, що достатньою силою для зчісування черешків гички є сила $P \approx 30\text{Н}$. Отримані залежності відповідають таким конструктивним параметрам лопаті: довжина лопаті - 24см, а ширина – 4,5 см.

На рис. 2.10, 2.11 показано графіки залежності сили P від часу взаємодії лопаті з головою коренеплоду при різній довжині лопаті та при різній її ширині.

Як видно з графіків (рис. 2.10, 2.11) величина сили зчісування P великою мірою залежить як від довжини лопаті, так і від її ширини. Проаналізувавши графіки можна зробити висновки, що оптимальними параметрами робочої лопаті є: ширина – 4...5 см., а довжина – 20...25 см при яких сумарна сила взаємодії очисної лопаті з головою коренеплоду є допустимою і не перевищує 30 Н.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Загальні вимоги охорони праці при роботі доочисника головок коренеплодів

1. До очисник головок коренеплодів повинен відповідати вимогам ДСТУ 2189 за наступними пунктами: 1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 1.7, 1.8, 1.9, 1.11, 1.12, 1.14, 1.17, 1.18, 1.24, 1.25, 1.27, 1.30, 1.31, 1.32, 1.36, 1.37, 1.38, 1.40, 2.4.1.

2. Розміщення і конструкція складових частин доочисника головок повинні забезпечувати вільний доступ до них, безпечність при монтажі, експлуатації, очищенні та ремонті.

3. Електрообладнання, що виготовлене в складі доочисника головок та електропроводки до обладнання, монтаж, налагодження та введення в експлуатацію повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.019-76 та конструкторської документації.

4. Рівень шуму на робочому місці тракториста під час роботи доочисника головок коренеплодів не повинен перевищувати норм, що встановлені ГОСТ 12.1.003-76.

5. Максимальне зусилля опору переміщення органів управління технологічним процесом та при технічному обслуговуванні машини не повинно перевищувати норм, наведених в ГОСТ 12.2.120-78.

6. Показники вібраційного навантаження та тракториста в межах робочого місця (зони) не повинні перевищувати санітарних норм вібраційного навантаження, наведених в ГОСТ 12.1.012-76.

7. Рухомі елементи передач повинні бути закриті кожухами або захисними пристроями.

8. Очисник головок коренеплодів може бути обладнаний власними приладами світлової сигналізації.

9. Місця розміщення мастильних як пофарбованих, так і тих, що мають металеві покриття, повинні бути забезпечені кольоровими показниками, які відрізняються від загального кольору машини корензбиральної.

10. На рамі машини повинні бути позначені місця строповки та установки домкратів по ГОСТ 14192-78 стійкою фарбою, що відрізняється від загального кольору машини.

11. На видних місцях (в місцях обслуговування або поблизу небезпечних місць) повинні бути нанесені попереджуючі написи або таблички з безпеки праці:

- табличка строповки;
- напис “Регулювання та очистку доочисника проводити тільки при непрацюючому двигуні трактора”;
- напис “Не стій біля очисних валів”;
- знак обмеження швидкості;
- знаки місць установки домкратів;
- знаки місць строповки;
- знаки попередження про небезпеку;
- знак обмеження габариту по ширині.

Місця їх розміщення у відповідності до вимог креслень.

12. До очисник головок повинен комплектуватись чистиком і має бути передбачене місце для його кріплення.

13. Приєднання машини до трактора повинно забезпечувати безпеку посадки тракториста на робочому місці, а також необхідну оглядовість робочої зони.

14. На обох кінцях рами повинні бути встановлені світлоповертачі або плівка світлоповертаюча.

15. До очисник головок коренеплодів повинен бути укомплектований противідкочувальними упорами під колеса.

16. При роз’єднанні машини від трактора вона повинна зберігати стійке положення.

17. Показники вібраційного навантаження на тракториста в межах робочого місця (зони) не повинні перевищувати санітарних норм вібраційного навантаження, наведених в ГОСТ 12. 1. 012-76, додаток 5 (для загальної вібрації категорії 3, тип “а”).

18. Габарити машини повинні бути позначені згідно з ДСТУ 2189.

19. Доочисник повинен мати місця для стропування і для встановлення домкратів. Місця для стропування повинні бути позначені згідно з ГОСТ 14192-78 фарбою, відмінною від загального фону.

4.2 Заходи по покращенню умов праці

Захист обслуговуючого персоналу від ґрунтового (психогенного) пилу, що виникає внаслідок дії ходової частини тракторів і робочих машин, а також їх робочих органів, вітрової ерозії залежно від типу ґрунтів, , їх складу і вологості є одною їх актуальних вимог при розробці нової модернізації сучасної сільськогосподарської техніки особливо це стосується для регіонів, земельні площі яких мають підвищений радіоактивний фон, накопичений внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Багаторічними дослідженнями встановлено, що ґрунтовий пил містить на декілька порядків більше радіонуклідів, ніж в поверхневому (орному) шарі ґрунту. Відомо, що робітники, які працюють в гірничий та вугільній промисловості, на виробництві будівельних матеріалів (цементу), борошна, комбікормів та інших, захворюваність органів дихання у робітників, безпосередньо зайнятих на обробці ґрунту, сівби, збиранню і первинної обробки сільськогосподарської продукції. Міністерство охорони здоров'я України відмітило дещо підвищення легеневих неспецифічних захворювань органів дихання у певній категорії робітників, що виконують роботи, зв'язані з обробітком ґрунту, сівбою с-г культур, збиранням і переробкою кормових і зернових культур.

На сьогоднішній період (після 13 років Чорнобильської аварії) найбільшу небезпеку для працюючих в АПК складає ґрунтовий пил, при цьому щільність

пилу в повітрі не повинна перевищувати допустимий рівень – 4мг/м^3 , а якщо пил ще має підвищену радіоактивність, то він стає край небезпечним для працюючих.

В загальному випадку інтенсивність накопичення пилу в органах дихання людини за одну робочу зміну можна описати формулою.

$$П=60\cdot n\cdot K\cdot V\cdot \mu\cdot \rho\cdot i, \quad (3.1)$$

де $П$ - кількість пилу, що накопичується в легенях людини за 1 робочу зміну (мг); n – частота дихання людини за 1 хвилину; K – кількість відпрацьованих годин зміну, год; V – об'єм повітря, що вдихає робітник за 1 вдих, м^3 ; μ – концентрація пилу, мг/м^3 ; ρ – коефіцієнт затримки пилу в легенях робітника; i – коефіцієнт інтенсивності роботи робітника;

Очевидно, що значення n залежить від індивідуальних особливостей людини, стану здоров'я, рівня збудженості, тренованості, мікрокліматичних умов (прохолодно, жарко тощо).

Для максимального зменшення значення $П$ потрібно звести до мінімуму коефіцієнт затримки пилу в легенях ρ за рахунок зниження концентрації пилу μ шляхом очистки повітря, що надходить в органи дихання, а також зробити комфортними умови роботи, зменшивши фізичні зусилля на органах керування і обслуговування агрегатів при виконанні технологічних операцій, тобто максимально знизити коефіцієнт i . Для особливо важких умов праці треба зменшити тривалість зміни (значення K).

Таким чином, з технічної точки зору можна впливати на покращення умов праці як організаційним шляхом, (зменшувати значення коефіцієнта K), так і за рахунок удосконалення техніки, пошуку можливості зниження концентрації пилу та коефіцієнта інтенсивності роботи.

Головним завданням при цьому є пошук технічних можливостей різкого зменшення рівня можливостей різкого зменшення рівня запиленості на робочих місцях робітників, особливо в зонах з підвищеною радіоактивною забрудненістю ґрунтів. Для вирішення цих питань є три основні напрямки: розробка більш досконалих засобів індивідуального захисту робітників,

розробка ізольованих від попадання пилу робочих місць (герметизовані кабіни) з подачею в них чистого повітря та розробка робочих органів машини з забезпеченням мінімального пилоутворення при виконанні технологічних процесів або з відведенням техногенного пилу з робочих місць.

Відомо, що під час збирання коренеплодів машинно-тракторними агрегатами найбільше пилоутворення має місце в зоні дії викопуючих робочих органів машин (дисків, лемешів, вилок) ., позаду ведучих задніх і передніх напрямних коліс, очисних лопатевих валів тощо. Причому, вихрові потоки повітря, що виникають при русі позаду трактора і робочої причіпної коренензбиральної машини підіймають дрібнодисперсний (найбільш небезпечний) пил до зони дихання працівників. В кабіні тракторів (особливо перших випусків МТЗ-80 і ЮМЗ-6, що не мали повітроочисних фільтрів) пил попадає через нещільності притулення вікон, дверей, технологічні отвори щітка на панелі приладів і підлоги.

3.3 Покращення умов роботи з розробленим пристроєм

Для покращення умов роботи нами розроблені пристрої для очищення повітря від пилу з подальшою подачею його в кабін у тракторів МТЗ-80 (ЮМЗ-6) з одночасним створенням надлишкового тиску в кабіні, а також пристосування для осаджування пилу, що виникає внаслідок дії робочих органів коренензбиральної машини. Зовнішнє повітря засмоктується вентилятором, що приводиться в рух від електродвигуна чи подається в рідинний повітроочисник барботажного типу. Частини пилу відокремлюється від повітря, а очищене повітря подається по трубопроводу в кабін, створюючи в ній надлишковий тиск і цим самим перешкоджаючи попаданню зовнішнього пилу в кабін. Конструкція повітроочисника дозволяла змінювати якість очищення повітря в залежності від створення надлишкового тиску в кабіні.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДООЧИСНИКА

4.1 Розрахунок показників оцінки економічної ефективності

На основі розрахунку показників економічної ефективності можна визначити експлуатаційні витрати: відрахування на реновацію, капітальний і поточний ремонт, технічне обслуговування, оплату праці, затрати на паливно-мастильні матеріали, а також якість і кількість продукції, що одержується за допомогою порівнюваних машин.

Розрахунок економічних показників проведено з визначенням додаткового економічного ефекту від зниження сильних пошкоджень коренеплодів та їх забрудненості після процесу доочищення, а також з урахуванням затрат на транспортування буряків до бурякопункту.

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності машини обладнаної лопатевим очисником представлені в таблиці 4.1. Показники економічної ефективності використання шестирядної машини з новими робочими органами визначались в порівнянні з базовою машиною.

Економічний ефект від зниження втрат визначається за залежністю

$$E_k = W_z T_p U a c, \quad (4.1)$$

де W_z - продуктивність машини за годину змінного часу, га/год:

T_p - річне планове завантаження машини, год;

U - середня урожайність буряків, т/га;

a - питома збільшення збору буряків за рахунок зменшення втрат (вибитих коренеплодів) у дослідної машини в порівнянні з базовою:

$$a = \frac{2,2 - 1,1}{100} = 0,011$$

c – закупівельна ціна буряків, грн/т ($c=500$ грн/т; закупівельна ціна станом на 1.11.2021 р.)

Виходячи з вище вказаного отримуємо:

$$E_k = 1,1 \times 300 \times 23,4 \times 0,011 \times 500 = 38775 \text{ грн}$$

Таблиця 4.1 Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Назва показника	Одиниця виміру	Модернізована модель	Базова модель
Продуктивність за 1 год. змінного часу (W_3)	га/год	1,1	1,1
Річне планове завантаження (T_p)	год	300	300
Середня урожайність (U)	т/га	23,4	23,4
Основні якісні показники	%		
Втрати коренеплодів		1,1	2,2
Сильні пошкодження коренеплодів		1,7	3,8
Забрудненість коренеплодів		0,8	2,1

На один гектар зібраної площі економічний ефект становить

$$E' = \frac{E_k}{W_3 T_p} = 117,5 \text{ грн/га} \quad (4.2)$$

Додатковий економічний ефект від зменшення пошкоджень визначається за залежністю

$$E_{\text{дод}} = 0,95 \times 10^{-5} (X_1 - X_2) Q m t k C_1 - 10^{-4} (X_1 - X_2) \times [D_r - t(0,0104 + 0,00095 X_2)] Q m k C_2 \quad (4.3)$$

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

Q - кількість буряків зібраних за сезон, т;

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

m - частка сировини, що підлягає зберіганню ($m=0,4$);

t - середній термін зберігання буряків на цукровому заводі ($t=30$);

k - поправочний коефіцієнт;

C_1 - оптова ціна цукру, грн/т

C_2 - прямі витрати на виробництво однієї тони цукру

Кількість буряків зібраних за сезон визначаємо із залежності

$$Q = U W_3 T_p = 23,4 \times 1,1 \times 300 = 7722 \text{ т}, \quad (4.4)$$

де U - середня урожайність буряків, т/га;

W_3 - продуктивність машини за годину змінного часу, га/год;

T_p - річне планове завантаження машини, год;

Поправочний коефіцієнт визначається як добуток коефіцієнтів

$$k = k_1 k_2 k_3, \quad (4.5)$$

де k_1 - коефіцієнт заготовки буряків, $k_1 = 0,9$;

k_2 - коефіцієнт втрат буряків за період від приймання до переробки,

$$k_2 = 0,96;$$

k_3 - коефіцієнт виходу цукру з сировини, $k_3 = 0,75$.

Тоді $E_{\text{доо}} = 1029,31$ грн, а на один гектар зібраної площі $E_{\text{доо}} = 3,12$ грн/га.

Крім того, модернізована машина буде мати економічну ефективність E_o від зменшення видатків, пов'язаних з транспортуванням вороху коренеплодів до бурякопункту.

Продуктивність на відвезенні вороху цукрових буряків визначається

$$W_{\text{з.в.}} = \frac{B}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.6)$$

де B - вантажездатність причепа, т:

$T_{\text{ц}}$ - час одного циклу при відвезенні, год.

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

Вантажездатність причепа в тонах чистої продукції коренеплодів буряків визначається як

$$B = \frac{q}{100} \text{Ч}, \quad (4.7)$$

де q - паспортна вантажездатність причепа (2ПТС-4 – 4т);

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

Тоді $B_o = 3,75$ т; $B_m = 3,85$ т.

Таблиця 4.2 Показники економічної ефективності

№ п/п	Показники	Значення показників		Зниження (підвищ.) показників, %
		Базова машина	Нова машина	
1	<i>Кількість транспортних засобів, шт</i>	6,24	6,08	2,6
2	Заробітна плата, грн/га	8,27	8,04	2,8
3	Затрати на капітальний ремонт і ТО, грн/га	92,57	90,41	2,4
4	Затрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га	90,49	88,37	2,4
5	Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	234,8	229,36	2,4
6	Питомі капіталовкладення, грн./га	273,28	267,04	2,3
7	Приведені затрати, грн./га	275,79	269,42	2,4
8	Річний економічний ефект на 1 га, грн.	-	2102,1	-

Тоді

$$П_{\bar{o}}=90,49 \text{ грн/га}; \quad П_{\bar{m}}=88,37 \text{ грн/га}$$

Прямі експлуатаційні видатки складуть:

$$B_n = 3 + A + P + П;$$

$$B_{\bar{o}} = 8,27 + 43,53 + 92,51 + 90,49 = 234,8 \text{ грн/га};$$

$$B_{\bar{m}} = 8,04 + 42,54 + 90,41 + 88,37 = 229,36 \text{ грн/га}$$

Питомі капіталовкладення визначаються по формулі

$$K_{\Pi} = \frac{B}{W_{3в} T_{pt}} U, \quad (4.8)$$

$$K_{\bar{o}}=273,28 \text{ грн/га}; \quad K_{\bar{m}}=267,04 \text{ грн/га}$$

Питомі витрати на 1 га визначаються як

$$П_{\text{итм}} = e \cdot K_n + B_n,$$

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

$$П_{\text{итм.}\bar{o}} = 0,15 \times 273,26 + 234,8 = 275,79 \text{ грн/га};$$

$$\Pi_{\text{ит.м}} = 0,15 \times 267,04 + 229,36 = 269,42 \text{ грн/га.}$$

Економічний ефект від зниження забрудненості коренеплодів буряків на одному гектарі складає

$$E'_{\partial} = \Pi_{\text{ит.б}} - \Pi_{\text{ит.м}} = 275,79 - 269,42 = 6,37 \text{ грн/га.}$$

Річний економічний ефект складає

$$E_{\partial} = E'_{\partial} \times W_3 \times T_p = 6,37 \times 1,1 \times 300 = 2102,1 \text{ грн.}$$

4.2 Висновки по розділу

1. Встановлено, що змінна продуктивність на відвезені коренеплодів у нової машини збільшилась з 3,75 т. порівняно з базовою до 3,85 т., або на 2,6 %. Збільшення продуктивності на відвезені коренеплодів привело до зменшення приведених затрат з 275,79 грн./га у базової машини до 269,42 грн./га у вдосконаленої, або на 2,4 %.

2. Прямі експлуатаційні затрати знизилися до 229,36 грн/га в порівняння з базовою машиною (234,8 грн/га), або на 2,4 %. Зниження експлуатаційних затрат отримано за рахунок покращення показників якості виконання технологічного процесу викопування.

3. Економічний ефект від використання розробленого доочисника головок коренеплодів на площі 1 га становить 2102,1 грн.

Загальні висновки

Аналіз результатів досліджень відомих вітчизняних і зарубіжних конструкцій доочисників головок коренеплодів від залишків гички на корені показав, що їх показники якості виконання технологічного процесу в більшості випадків не відповідають агротехнічним вимогам:

- при прикладанні занадто більшого зусилля до головок коренеплодів з боку робочих елементів очисників відбувається їх значне пошкодження, а при зменшенні – спостерігається їх неповне доочищення;
- невелика довговічність роботи очисних елементів, які необхідно замінювати фактично через кожні 15-20 га, що обумовлюється недоліками конструкцій;
- незадовільне вимітання залишків гички і рослинних решток за межі робочої зони рядка, при цьому залишок решток в межах рядка становить 45...65% ;

Покращення технологічних показників якості виконання процесу доочищення залишків гички з головок коренеплодів досягається подальшою інтенсифікацією процесу їх видалення шляхом розробки нової конструкції доочисника, яка являє собою два поздовжніх вали, на якому радіально встановлені еластичні очисні лопаті з механізмом регулювання їх положення відносно осі обертання робочого органу.

Аналіз графічних залежностей сили зчісування від часу дії очисних елементів та зміни конструктивних параметрів робочого органу, побудованих на основі розрахунково-математичної моделі процесу доочищення залишків гички у вигляді системи диференціальних рівнянь взаємодії лопаті з головкою коренеплоду, дозволив встановити, що:

- сила зчісування залишків гички з головок коренеплодів залежить в основному від модуля пружності E матеріалу лопаті, довжини лопаті і її ширини;

- довжина та ширина робочої лопаті доочисника визначається в залежності від модуля пружності E матеріалу з якого виконана лопать і відповідно повинні знаходитись в межах, $l = 0,2...0,25$ м та $b = 0,04...0,05$ м.;

Встановлено, що раціональні конструктивно-кінематичні параметри технологічного процесу доочищення головок коренеплодів від залишків гички, повинні бути:

- кутова швидкість обертання робочого органу в межах – $73,2...78,5$ рад/с;
- лінійна швидкість пересування – $1,5...2,0$ м/с;
- висота встановлення робочого органу (лопатеї) відносно поверхні ґрунту

Розрахунковий економічний ефект від застосування розробленої конструкції робочого органу для доочищення головок коренеплодів становить 2102,1 грн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевченко А.О. Погода, клімат, прогноз і урожай // Вісник аграрної науки. – 1991. – №9. – С. 48-52.
2. Комаристов В.Е., Автухов А.В., Дунай Н.Ф., Храпач Е.И. Сельскохозяйственные машины и орудия. – М.: Колос, 1964. – 335 с.
3. Турбин Б.Г. и др. Сельскохозяйственные машины. – Л.: Машиностроение, 1967. – 583 с.
4. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений: Методы исследования, приборы, характеристики / Б.А.Воронюк, А.И.Пьянков, Л.В.Мальцева и др. – М.: Колос, 1970. – 424 с.
5. Вовк П.Ф. Агрофизические свойства корней сахарной свеклы в связи с механизацией уборки. – В сб.: Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. Том 11. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1936. – С. 269-284.
6. Бурмистрова М.Ф., Комолькова Т.К., Клемм Н.В. и др. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений. - М.: ГИСХЛ, 1956. – 343 с.
7. Василенко А.А. Основания для проектирования свеклоуборочных машин. – В кн.: Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. Т.5. – М. – Л.: НКТМ СССР, 1940.
8. 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.
9. Довідник буряководи / 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.
- Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / Под ред. М.И.Клецкина. Т1. – М.: Машиностроение, 1967. – 722 с.
1. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / Под ред. М.И.Клецкина. Т1. – М.: Машиностроение, 1967. – 722 с.
2. Шабельник Б.П., Полупанов В.Н., Завгородний А.Ф., Бандура А.И., Савин А.М. Особенности развития и формирования кормовой свеклы к

моменту уборки. – В кн.: Механизация и электрификация сельского хозяйства: Сборник научных трудов. Выпуск 62. Киев: Урожай, 1985. – С. 8-11.

3. Аванесов Ю.Б., Бессарабов В.И., Русанов Н.И. Свеклоуборочные машины. – М.: Колос, 1979. – 351 с.

4. Ушаков О.В. Комплексна механізація збирання цукрових буряків. – Київ: Видавництво УАСТН, 1960. – 178 с.

5. Патент 256820 /ГДР/ Способ отделения остатков ботвы от корнеплодов / Крюгер Х. – Заявлено 31.12.1986, №2988803. – Оpubл. 25.05.1988.

6. А. с. 1604229 /СССР/ Способ уборки корнеплодов / А.С.Кобец, Д.М.Тенщук. – Заявлено 07.12.1988, №4616884. – Оpubл. в Б.И. 1990, №41.

7. Савченко К.А., Жуков А.В., Ковалев Н.М. Производство сахарной свеклы в США // Сахарная свекла. – 1982. – №7. – С. 38-40.

8. Татьянко Н.В., Грозубинский В.А., Мишин М.А. Обоснование принципа действия очистителей головок корней свеклоуборочных машин // Тракторы и сельхозмашины. – 1977. – №7. – С. 43-45.

9. Грозубинский В.А., Татьянко Н.В., Мишин М.А. Детерминированная модель повреждаемости сахарной свеклы очистителями головок корней // Тракторы и сельхозмашины. – 1977. – №4. – С. 18-20.

10. Гурченко О.П., Барановський В.М., Булгаков В.М. Відділення гички від коренеплодів методом відминання. – В кн. Інженерно-технічне забезпечення виробництва сільськогосподарської продукції в нових умовах господарювання / Глеваха, 17-20 листопада 1992 / Глеваха, 1992. – С. 81-82.

11. Доманьков В.М., Огуречников Н.А., Рывлин В.А. Исследование очистителей головок корней сахарной свеклы // Тракторы и сельхозмашины. – 1973. – №11. – С. 25-26.

12. Мишин М.А., Грозубинский В.А. Расчет очистителей головок корнеплодов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – №10. – С. 38-39.

13. Мишин М.А., Грозубинский В.А. Расчет очистителей головок корнеплодов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1984. – №110. – С. 28-30.

14. Мишин М.А. Результаты экспериментальных исследований очистителей головок корней от остатков ботвы // Тракторы и сельхозмашины. – 1984. – №1. – С. 21-22.

15. Савич П.В., Зуев Н.М., Ярошовец В.Р., Самойленко В.В. Улучшить качество очистки корнеплодов // Сахарная свекла. – 1982. – №7. – С. 38-40.

16. Погорелый Л.В. Инженерные методы испытаний сельскохозяйственных машин. – К.: Техніка, 1981. – 176 с.

17. Погорелый Л.В. Системный принцип прогнозирования типажа свеклоуборочных машин // Механизация и электрификация соц. сельского хозяйства. – 1975. – №9. – С. 6-11.

18. Погорелый Л.В., Брей В.В. Сравнительный анализ и тенденции развития свеклоуборочных машин // Тракторы и сельхозмашины. – 1975. – №10. – С. 21-24.

19. Погорелый Л.В., Максимчук В.П. Энергетическая оценка свеклоуборочных машин // Механизация и электрификация соц. сельского хозяйства. – 1971. – №8. – С. 22-25.

20. Погорелый Л.В., Ясицкий В.А., Терехов А.П. Сравнительная эффективность перспективных свеклоуборочных комплексов // Механизация и электрификация соц. сельского хозяйства. – 1980. – №11. – С. 8-10.

21. Татьянко Н.В. К расчету очистителя сахарной свеклы комкодробящего типа // Тракторы и сельхозмашины. – 1968. – №10. – С. 25-27.

22. Татьянко Н.В., Грозубинский В.А., Мишин М.А. Некоторые результаты экспериментальных исследований очистителей головок корней сахарной свеклы // Тр. ВИСХОМ, М.: – 1975. – вып. 12. – с. 48-53.