

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ
БУРЯКІВ З РОЗРОБКОЮ СТЕНДА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ
ЕЛАСТИЧНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ
ОЧИСТКИ ГИЧКИ**

Виконав: студент _____ Опарій Сергій Андрійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту _____

керівник проєкту _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ _____ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Опарій С.А. Удосконалення механізації збирання буряків з розробкою стенда для випробування еластичних робочих органів для очистки гички/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025. – 79 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій і машин для збирання цукрових буряків вітчизняного і закордонного виробництва. А також патентний аналіз очисників гички з еластичними робочими органами.

Обґрунтовано конструкцію стенда для випробування і дослідження еластичних робочих органів. Проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи стенда. Розроблено схеми і креслення окремих вузлів і деталей.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні цукрових буряків і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок становить 363885 грн.

Ключові слова: цукровий буряк, гичка, коренеплоди, стенд, гичкозбиральна машина, еластичні робочі органи, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.	9
1.1 Самохідні збиральні комбайни.	10
1.2 Монтовані бурякозбиральні комбайни.	20
2 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ ОЧИСНИКІВ ГИЧКИ З ЕЛАСТИЧНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ.	26
3 ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА.	41
4 РОЗРАХУНОК ОКРЕМИХ ПАРАМЕТРІВ СТЕНДА.	45
4.1 Розрахунок клинопасової передачі приводу транспортера.	45
4.2 Розрахунок клинопасової передачі приводу роторів.	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.	57
5.1 Організація робіт по техніці безпеки та охороні праці.	57
5.2 Загальні вимоги безпеки до тракторів і самохідних сільськогосподарських машин.	58
5.3 Правила техніки безпеки при збиранні буряків.	61
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	69
Д О Д А Т К И.	72

ВСТУП

У світі нараховується 113 країн, які виробляють цукор, 42 з них виробляють цукор із буряків; це насамперед країни помірною кліматичного поясу, сюди входять країни Західної, Центральної та Східної Європи, США, Китай та Японія.

Цукровий буряк є однією зі стратегічних сільськогосподарських культур України, яка займає провідне місце серед європейських країн у його виробництві. Завдяки тому, що наша країна знаходиться в сприятливому кліматичному поясі, цукровий буряк вигідно вирощувати в багатьох областях.

Після початку воєнних дій в Україні у 2022 році багато фермерів відновили інтерес до цієї культури. Це пов'язано з логістичними проблемами під час збуту традиційно провідних культур – кукурудзи та пшениці.

Вже 2 сезони поспіль цукровий буряк приносить стабільно високі прибутки фермерам. Це пов'язано зокрема і з тим, що на відміну від більшості експортних культур, цукровий буряк продають на переробні заводи в Україні й ціна на нього залишається стабільною. Тому почали його сіяти навіть ті, хто ніколи цим не займався, а аграрії, які займалися виробництвом цукрових буряків ще до війни, почали збільшувати площі.

Так, посівні площі під цукровими буряками в 2023 році зросли до 249,9 тис. га, що на 28,7% більше порівняно до минулого року і на 12% більше до довоєнного 2021 року.

На квітень 2024 під цю рослину вже було засіяно 238,7 тисячі гектарів землі. Цей показник визначає потенціал як для внутрішнього споживання, так і експорту [1, 2, 3].

Цукровий буряк – одна з основних у нашій країні технічних сільськогосподарських культур. Він є основною сировиною для цукрової промисловості. Корені цукрового буряку містять 17-20% цукру. Цукор має високі смакові якості, швидко засвоюється організмом, відновлюючи його енергію і працездатність. Цукровий буряк має високу кормову цінність. За

врожайності 300 ц/га коренів вихід кормових одиниць становить понад 100 ц/га.

Гичка цукрового буряку є цінним зеленим кормом. Використовують її і для виготовлення силосу. Так, 100 кг гички відповідають 20 кормовим одиницям, а на кожну кормову одиницю її припадає близько 90 г перетравного протеїну, багато вітамінів і мінеральних речовин. Як продукт переробки на цукрових заводах отримують жом, який має високу кормову цінність: 100 кг свіжого жому відповідають 8 кормовим одиницям. Патоку, яка залишається після переробки цукрового буряку і містить до 60% цукру, використовують для виробництва спирту, дріжджів та інших продуктів. Кормова цінність цукрового буряку майже вдвічі вища, ніж кормового. Відходи переробки цукрового буряку (дефекат) використовують для вапнування кислих ґрунтів.

Цукровий буряк має велике агротехнічне значення. Під нього застосовують глибоку оранку, вносять органічні й мінеральні добрива. Як просапна культура він сприяє очищенню поля від бур'янів, тому є цінним попередником для наступних культур сівозміни, підвищує загальний рівень землеробства.

Підвищення ефективності використання наявних технічних засобів і розробка нових в Україні стало найактуальнішим питанням сьогодення. Розробка і використання нових машин мають спиратися на попередній еволюційний досвід, наявність нових наукових ідей і технічних засобів для реалізації цих розробок, професійну підготовку обслуговуючого персоналу.

Багаторічні дослідження процесів механізованого збирання цукрових буряків, результати Державних випробувань бурякозбиральної техніки та досвід її використання в умовах реальної експлуатації у господарствах різних зон бурякосіяння свідчать, що кількість пошкоджених коренеплодів і рівень втрат врожаю залежить від технічних, технологічних, організаційно-господарських чинників і погодних умов, а також від стану розвитку рослин, вологості й твердості ґрунту.

Головне ж для запобігання втратам урожаю цукрових буряків на збиранні – це правильне технологічне налагодження всього комплексу збиральної техніки та кожної машини відповідно до її конструктивних умов збирання. Спеціалістам і механізаторам слід чітко знати всі можливі причини та розміри технологічних втрат врожаю цукрових буряків на збиранні та способи їх усунення. За правильного технологічного налагодження бурякозбиральних машин і відрегульованості їх робочих органів показники якості збирання цукрових буряків мають відповідати нормативним вимогам.

Дослідження процесів збирання цукрових буряків показали, що втрати коренеплодів складають 10...15% від біологічної урожайності. Крім того 40...60% коренеплодів пошкоджуються робочими органами машин [2, 4, 6].

В зв'язку з цим удосконалення технології збирання цукрових буряків і робочих органів машин, радикально понижуючих втрати гички та втрати і пошкодження коренеплодів при збиранні цукрових буряків являється актуальною науковою та виробничою задачею.

Використання в процесі удосконалення робочих органів збиральних машин стендового обладнання дозволить прискорити процес дослідження, випробування і оптимізації конструкції і параметрів збиральних машин.

Мета дипломного проекту – удосконалення механізації видалення гички з головок коренеплодів цукрових буряків з розробкою стенду для випробувань робочих органів.

ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Збирання буряків – доволі складний технологічний процес, який вимагає надійної та спеціалізованої техніки. В Україні враховуючи особливості транспортування коренеплодів цукрових буряків на бурякоприймальні пункти цукрових заводів, використовують три найпоширеніші способи збирання: потоковий, перевалковий та потоково-перевалковий. Основні критерії вибору – наявність транспортних засобів для перевезення і відстань до приймальних пунктів.

За потокового способу збирання коренеплоди цукрові буряки від бурякозбиральних машин доставляють безпосередньо на бурякоприймальні пункти.

За перевалкового – коренеплоди цукрові буряки від бурякозбиральних машин доставляють у польові кагати для тимчасового зберігання та дальшого доочищення з навантаженням буряконавантажувачами в транспортні засоби для перевезення на бурякоприймальні пункти.

За потоково-перевалкового збирання поєднують потоковий та перевалковий способи [1, 2, 3].

Технологічний процес збирання буряків можна розділити на декілька основних технологічних операцій, а саме:

- підкопування коренеплодів;
- виймання буряка з ґрунту;
- обрізання гички;
- збирання коренеплодів та гички;
- підбір, сепарацію та навантаження/перевантаження буряків.

Ці операції можуть виконуватися (навіть в різній послідовності) як однією машиною – бурякозбиральним комбайном, так і окремими машинами.

Різні види машин мають і різні плюси і мінуси від свого використання. Залежно від обраного способу збирання цукрових буряків і конструкції

бурякозбиральних машин можна здійснювати одно-, дво- і трифазне їх збирання.

Однофазне збирання цукрових буряків здійснюють прямим комбайнуванням однією машиною – бурякозбиральним комбайном.

Бурякозбиральні комбайни за кількістю одночасно зібраних рядків поділяють на 1-, 2-, 3- та 6-рядні. За наявністю бункера їх поділяють на бункерні й безбункерні.

За способом агрегування з енергетичним засобом бурякозбиральні комбайни поділяють на самохідні, монтовані, навісні та причіпні.

Причіпні як правило, використовуються для збирання буряків на невеликих площах, оскільки мають досить примітивну конструкцію. Вартість таких машин невисока, проте, вони мають низьку продуктивність.

Самохідні: їх головна перевага полягає у відсутності необхідності великої кількості обслуговуючого персоналу. Попри це комбайн здатний показати високий рівень продуктивності без допоміжної техніки. З комбайном такого типу можна отримати максимальний коефіцієнт корисної дії з мінімальним рівнем втрат.

Також комбайни поділяються за способом збору бурякової продукції на:

- теребильні (з ґрунту витягуються коренеплоди разом із гичкою. Згодом гичка обрізається в самому комбайні). Але від такого виду бурякозбиральних машин у сучасному сільському господарстві поступово відмовляються;
- з попереднім зрізом гички (спершу леза зрізають гичку на коренеплодах, потім спеціальні копачі збирають самі коренеплоди). За такою схемою збирання врожаю буряків сьогодні працює більшість сучасних машин.

1.1 Самохідні збиральні комбайни

Самохідний бурякозбиральний комбайн – це спеціальний або універса-

льний енергетичний засіб, на якому встановлено, змонтовано, напівнавішено, навішено, причеплено виконавчі механізми, які за один прохід машини по полю здійснюють усі технологічні операції зі збирання гички та коренеплодів цукрових буряків [4].

Бурякозбиральні комбайни призначено для збирання гички чи розкидання її по полю та збирання коренеплодів цукрового буряку із одночасним навантаженням у транспортний засіб або для нагромадження їх у бункері з дальшим перевантаженням у транспортний засіб.

Бурякозбиральні комбайни обов'язково оснащують автоматичною системою керування напрямком руху машини міжряддями, системою автоматичного контролю за технологічним процесом робочих органів, обліком часу роботи, зібраної площі та за іншою інформацією із її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Робоча швидкість бурякозбиральних комбайнів має бути не меншою 6,0 км/год, транспортна – близько 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу – не менше 0,54 га для 2-рядних, не менше 0,81- для 3-рядних і не менше 1,62 – для 6-рядних комбайнів. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу – не менше 0,98, коефіцієнт використання змінного часу – не менше 0,75. Бурякозбиральні комбайни повинні забезпечувати 98,5% збору коренеплодів. У купі зібраних коренеплодів домішок має бути не більше 8,0%, у тому числі рослинних решток – не більше 0,20%. Пошкоджених коренеплодів цукрового буряку може бути не більше 10,0%, у тому числі сильно пошкоджених – не більше 5,0. Питомі витрати палива мають становити для 2-рядних – не більше 24,0 кг/га, для 3- та 6-рядних – не більше 30,0 кг/га. Напрацювання на відмову має бути не менше 50 годин основного часу, коефіцієнт готовності за оперативним часом – не менше 0,95. Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов – не більше 0,08 люд.год/год. Середньозмінний оперативний час технічного обслуговування (ТО) – не більше 0,40 год. Питома сумарна оперативна трудомісткість ТО – не більше 0,09 люд.год/год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічної

операції для 2-рядних комбайнів – не більше 4400 кг/м, для 3-рядних – не більше 5100 і для 6-рядних – не більше 6500 кг/м. Питома матеріаломісткість для 2-рядних – не більше 9700 кг/га/год, для 3-рядних – не більше 11000 і для 6-рядних – не більше 14400 кг/га/год. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки – не більше 0,10 люд·год. Дорожній просвіт – не менше 300 мм. Бурякозбиральні комбайни повинні відповідати вимогам ДСТУ 2189–93: “Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки” та ГОСТ 12.2.019-76 “. Комбайни бурякозбиральні має обслуговувати один тракторист, витрати праці при цьому мають бути для 2-рядних – не більше 2,44 люд·год/га, для 3-рядних – не більше 1,64 і для 6-рядних – не більше 0,82 люд·год/га. Річне завантаження повинне бути не менше 160 годин. Термін експлуатації бурякозбиральних комбайнів – 8 років [4].

Самохідні бурякозбиральні комбайни виробляють фірми: Franz Kleine, Holmer, Stoll, ROPA (Німеччина), Matrot, Moreau (Франція), ТІМ (Данія), AGRIFAC, RIECAM, VREDO (Нідерланди), P.Barigelli&C, Italo svizzera (Італія) та інші.

Рисунок 1.1 – Самохідний бурякозбиральний комбайн фірми HOLMER
Terra Dos T4-40

В Україні найвідоміші такі самохідні бурякозбиральні комбайни: SF-10 фірми Franz Kleine (Німеччина), М-41МН фірми Matrot (Франція), GR-4000, LECTRA-4005 фірми Moreau (Франція), R26.45K та R26.50K фірми ROPA (Німеччина), KRBS фірми Holmer (Німеччина), SR-1800 і SR-2500 фірми ТІМ (Данія). Зарубіжні бурякозбиральні комбайни дорогі, їх використання ефективно в господарствах з високою урожайністю (понад 50 т/га) та великою площею посіву (сезонний наробіток на комбайн має бути 600–800 га). Україні, яка вирощує цукрові буряки на площі 800 тисяч гектарів, доцільно виробляти власний самохідний бурякозбиральний комбайн, який би відповідав таким вимогам.

Рисунок 1.2 – Самохідний бурякозбиральний комбайн фірми KLEINE

Гичкорізи бурякозбиральних комбайнів можуть обладнуватися різальними апаратами копінного, роторного, турбобітного, шабельного, шнекового та стрічкового типів. У конструкціях бурякозбиральних комбайнів найбільшого поширення набули різальні апарати роторного типу. Такий апарат – це вал (порожниста труба), на якому шарнірно прикріплено Г-подібні

ножі. На цьому ж валу можуть бути закріплені щітки та біла для доочищення головок коренеплодів цукрових буряків.

Рисунок 1.3 – Самохідний бурякозбиральний комбайн SR-2500
фірми ТІМ

Рисунок 1.4 – Самохідний бурякозбиральний комбайн фірми
MATROT FRANCE

Гичку цукрових буряків використовують як корм для тварин або органічне добриво. Залежно від використання гички буряку, гичкозбиральні модулі комбайнів мають різні конструктивні особливості. У разі використання

Рисунок 1.5 – Самохідний бурякозбиральний комбайн Tiger 6
фірми ROPA

гички на корм бурякозбиральні комбайни обладнують стрічковими або прутковими навантажувальними транспортерами. Нині здебільшого використовують стрічкові транспортери. Вони менш металомісткі та енергоємні, ніж пруткові. У разі використання гички як органічного добрива її розкидають по полю. Для цього використовують різні конструкції розкидачів. У разі розкидання гички буряку по полю у вологих умовах роботи або під час атмосферних опадів зафіксовано ускладнення руху автотранспорту, який відвозить коренеплоди. У вітряну погоду під час розкидання гички її соки забруднюють лобове скло автотранспорту. За таких умов роботи практикують відмикання розкидача і гичку укладають у валок. Без дальшого перерозподілу гички буряку з валків по всій зібраній площі поживні речовини в ґрунті розподіляються неоднаково. Це впливає на рівномірність розвитку та продуктивність нової культури в сівозміні. Крім того, під час розкидання гички буряку по полю на забур'яненних ділянках бур'ян штучно розсівається. Для найефективнішого використання гички цукрових буряків її слід збирати на корм або переробляти на органічні добрива в спеціальних місцях (гноєсховищах).

Для поліпшення очищення головок коренеплодів цукрових буряків від решток гички в конструкціях гичкозбиральних агрегатів використовують пасивні та активні дообрізувачі. Найчастіше використовують пасивні

Рисунок 1.6 – Пасивний дообрізчик гички комбайну Tiger 6 фірми
ROPA і схема його роботи

дообрізувачі з фіксованою або автоматичною системою регулювання висоти дообрізування.

Рисунок 1.7 – Роторний обрізчик гички комбайна SR-2500
фірми ТІМ

Бурякозбиральні комбайни оснащують пасивними або активними викопувальними робочими органами.

Пасивні викопувальні органи – це знаряддя та пристосування, які в динаміці стало виконують технологічний процес і не потребують приводу. До пасивних робочих органів належать: безприводні дискові, полозково-дискові, лемішні та полозково-ножеві копачі.

Активні викопувальні органи – це знаряддя та пристосування, які в динаміці стало виконують технологічний процес і мають примусовий привод.

До активних робочих органів належать: бральні, приводні дискові, ротаційно-вилчасті, лемішно-коливальні копачі.

Очисні робочі органи, які в бурякозбиральних комбайнах встановлюють безпосередньо за копачами, за конструкцією поділяються на турбінні, кулачково-бітерні, вальце-шнекові та прутково-транспортні.

Рисунок 1.8 – Турбінні очисні робочі органи комбайну Tiger 6
фірми ROPA

Рисунок 1.9 – Турбінні і кулачкові очисні робочі органи комбайну
Terra Dos T4-40 фірми HOLMER

Кулачково-бітерні, вальце-шнекові та прутково-транспортні типи очисників можуть між собою поєднуватися в різні конструкційні комбінації.

Для додаткового очищення коренеплодів цукрового буряку від землі та рослинних решток під час їх транспортування у бункер або технологічний транспорт у конструкціях бурякозбиральних комбайнів здебільшого

використовують пруткові транспортери. Як тягові ланки використовують ребристі гумові стрічки або ролико-втулкові ланцюги.

Загальні компоувальні схеми самохідних бурякозбиральних комбайнів відпрацьовані у двох типових варіантах: із заднім і переднім розміщенням двигуна і відповідним зміщенням бункера. Заднє розміщення двигуна характерне для неуніверсальних, суто збиральних машин, а переднє — для універсальних шарнірно-блочних, що будуються за модульним принципом і мають можливість ширше використовувати енергомодуль.

Усі бурякозбиральні комбайни оснащені бункерами для нагромадження зібраних коренеплодів. Місткість бункерів – від 4 до 40 м³. Бункери невеликої місткості (4–4,5 м³) розміщено ззаду комбайнів, середньої (12,5–25 м³) та великої (40 м³) – між переднім і заднім мостами.

Комбайни бурякозбиральні з великою місткістю бункерів оснащено трьома мостами. Завдяки оснащенню бункерів високопродуктивними вивантажувальними транспортерами, досягається швидке вивантаження коренеплодів навіть із бункерів великої місткості. Тривалість вивантаження – не більше 1 хв.

Більшість самохідних бурякозбиральних комбайнів — 6-рядні, але є й 3-рядні та 9 і 12-рядні .

Потужність двигунів, установлених на 6-рядних самохідних бурякозбиральних комбайнах, - 200–480 к.с., на трирядних – 180–260 к.с.

Для полегшення обслуговування самохідні комбайни оснащено автоматизованими системами водіння по рядках і регулювання глибини ходу викопувальних органів, системами автоматичного контролю технологічних і технічних параметрів, системами централізованого автоматичного змащування всіх вузлів, бортовими комп'ютерами, зручними постами керування, комфортабельними кабінами з кондиціонерами та опаленням, потужним електроосвітленням.

Деякі моделі комбайнів передбачають можливість бічного зміщення мостів для запобігання проходженню коліс по одному сліду та зменшення

ущільнення ґрунту.

Передбачено також можливість поворотів передніх і задніх коліс у різні боки (для зменшення радіуса повороту) та в один бік (для забезпечення бічного зміщення всієї машини – система “крабового” ходу). Застосовуються також повороти задніх коліс під певним кутом до напрямку руху та їх автоматична фіксація в повернутому положенні – для запобігання знесенню машини під час роботи на поперечних схилах.

Завдяки фронтальному розміщенню гичкозбирального комбайну й викопувального модулів, що автоматично спрямовуються по рядках, і спеціальних технологічних люфтів активних лемішно-коливальних копачів ($\pm 20\text{--}30$ мм), створюються умови для спрощення й поліпшення виконання технологічного процесу в цілому. Велика протяжність очисного тракту (10–12 м) із зміною напрямків руху та створенням турбінними очисниками значних інерційних зусиль забезпечують належне очищення коренеплодів цукрового буряку від землі, рослинних решток і навіть часткове обминання необрізаної гички у технологічному потоці. Наявність бункерів місткістю 12,5–25 м³ дає змогу формувати великі польові кагати на одному кінці поля. Із збільшенням місткості бункера до 40 м³ коефіцієнт робочих ходів і продуктивність бурякозбирального комбайна зростають на 15–20%.

Завдяки оснащенню комбайнів із великою місткістю бункерів тримостовими ходовими системами з гідростатичним приводом та широкопрофільними шинами (завширшки близько 1,1 м), машини восени мають високу прохідність, а активні лемішно-коливальні копачі, потужні шнекові та турбінні очисники працюють і у вологих умовах, і на важких суглинках.

Поширенню самохідних потужних 6-рядних бункерних комбайнів сприяє їх висока технологічна й технічна готовність працювати навіть за несприятливих пізньоосінніх перезволожених умов, а також бажання вилучити з роботи дорогий технологічний транспорт і мати на збиранні цукрових буряків лиш одного механізатора [4].

1.2 Монтовані бурякозбиральні комбайни

Монтований бурякозбиральний комбайн – це універсальний енергетичний засіб (самохідне шасі), на якому модульно монтують гичкозбиральний та коренезбиральний агрегати, бункер (за його наявності), навантажувальний транспортер та інші пристосування й вузли. Монтовані бурякозбиральні комбайни оснащують такими самими типами робочих органів, як і самохідні [4].

Причіпні бурякозбиральні комбайни

Усі причіпні бурякозбиральні комбайни мають міцну основну раму, на якій монтують гичкозбиральний і коренезбиральний модулі з механічними або гідравлічними системами приводів, бункер, встановлюють автономну гідросистему, систему автоматичного керування руху рядками.

Причіпні бурякозбиральні комбайни оснащують бункерами-нагромаджувачами різної місткості.

Однорядні бурякозбиральні комбайни агрегатують із енергозасобами, які мають двигуни потужністю 30–55 к.с., а 2- і 3-рядні — із енергозасобами на 75–120 к.с.

Рисунок 1.10 – Дворядний причіпний бурякозбиральний комбайн
KR2 фірми KLEINE

Рисунок 1.11 – Дворядний причіпний бурякозбиральний комбайн
MISA/TE 120 фірми TIM

Ширина міжрядь цукрових буряків, на яку розраховано комбайни, 45 і 50 см. В окремих бурякозбиральних комбайнах передбачено можливість зміни ширини міжрядь у межах від 40 до 70 см.

Усі комбайни розраховано на автоматичне розкидання гички по полю, але окремі їх моделі передбачають оснащення транспортерами або пристроями для навантаження гички в транспортні засоби.

Зрізання гички причіпними бурякозбиральними комбайнами здійснюється в дві фази. Перша фаза – зрізання гички на рівні найвище розміщених головок коренеплодів з одночасним її подрібненням і розкиданням по полю (або навантаженням у кузов транспортного засобу, що рухається поряд). Друга фаза – дообрізування головок коренеплодів.

Першу фазу зрізання гички цукрового буряку здійснюють роторні гичкорізи з горизонтальним валом і шарнірно підвішеними до нього ножами, другу фазу – дообрізувачі з пасивними гребінчастими копірами та пасивними ножами.

Для викопування коренеплодів цукрового буряку використовують лемішно-коливальні копачі, пасивні копачі - “полоз-сферичний диск”, пасивні дискові копачі.

На бурякозбиральних комбайнах, які оснащено дисковими копачами, застосовують диски системи “Опель”, що обертаються завдяки зчіплюванню з ґрунтом. Для цього на дисках є спеціальні ґрунтозачіпи.

Для очищення викопаних коренеплодів цукрового буряку від землі та рослинних решток застосовують пруткові турбіни з бічними решітками.

Транспортери – пруткові, виготовлені на основі прогумованих пасів.

Усі бурякозбиральні комбайни обладнано автоматичними системами проходження по рядках та регулювання глибини ходу копачів. Для полегшення обслуговування комбайнів застосовують електрогідравлічні системи керування.

Щоб запобігти бічному зношенню під час роботи на полях із поперечними схилами, комбайни оснащують дисковими ножами-стабілізаторами та системами керування ходовими колесами.

У ходових системах причіпних бурякозбиральних комбайнів застосовують колеса із широкопрофільними шинами для зменшення ущільнення ґрунту.

Більшість комбайнів оснащено автономними гідросистемами для приводу робочих органів та для керування технологічним процесом.

Двофазне збирання цукрових буряків здійснюють дві окремі машини: гичкозбиральна та коренезбиральна.

При трьохфазному збиранні використовують окремо гичкозбиральну машину, машину для викопування коренеплодів і укладання їх у валки і підбирачі-навантажувачі.

В Україні використовують дві марки серійних причіпних гичкозбиральних машин. Це МБП-6 виробництва КВП “ДКЗ”, БМ-6Б виробництва ВАТ “ТеКЗ” та машина МБК-2,7 виробництва КВП “ДКЗ” для збирання гички з кормових коренеплодів. Ці машини призначено для збирання гички на кормові цілі. Але вони недостатньо продуктивні, матеріалоємні, енергоємні, складні та мають недостатній рівень надійності. В зв’язку з цим господарства стали використовувати машини провідних фірм світу.

Рисунок 1.12 – Агрегат для обрізання гички, викопування коренеплодів і укладання їх у валки фірми UNSINN

Рисунок 1.13 - Агрегат KR6 III для обрізання гички, викопування коренеплодів і укладання їх у валки фірми KLEINE

Гичкозбиральні машини призначено для зрізання гички з коренеплодів, доочищення головок від незрізаних решток із одночасним навантаженням їх у транспортні засоби. Гичкозрізувальні машини призначено для зрізання гички з коренеплодів, доочищення головок від незрізаних залишків, видалення гички та рослинних решток із зони рядків із подальшим розкиданням її на вільне від буряків поле.

Рисунок 1.14 – Схема машини КР6 III: 1 – ротор гичкоріза; 2 – шнек для транспортування гички; 3 – роторний доочищувач залишків гички; 4 – пасивний дообрізчик залишків гички; 5 – бітер; 6 – копач; 7 – вальцевий очисник-транспортер

За двофазного збирання, крім гичкозбиральної та бурякозбиральної машин, може додатково використовуватися третя окрема машина – доочищувач головок коренеплодів для додаткового інтенсивнішого очищення головок коренеплодів від решток гички та видалення рослинних решток із зони рядків або з усієї зони проходження гичкозбиральної машини до збирання коренеплодів коренезбиральною машиною.

Для викопування коренеплодів і укладання їх у валки використовують копачі-валкоутворювачі КВЦБ-1,2 виробництва ВАТ “Борекс”, АЗК-6-02 виробництва ВАТ “Уманьферммаш” та аналогічні за призначенням машини іноземного виробництва, які повинні забезпечувати виконання технологічного процесу з такими техніко-експлуатаційними вимогами.

Копачі-валкоукладачі призначено для викопування коренеплодів, із яких попередньо зрізано гичку, для очищення та укладання їх на полі з дальшим навантаженням у транспортні засоби.

Копачі-валкоукладачі обов’язково оснащують автоматичною системою навішування на енергетичний засіб, системою автоматичного контролю за виконанням технологічного процесу робочими органами, за обліком часу

роботи та зібраної площі, за іншою інформацією із її збереженням і можливістю перенесення в комп'ютерну мережу.

Для підбирання коренеплодів цукрового буряку із валків, їх доочищення та навантаження в транспортні засоби використовують підбирачі-навантажувачі ПНБВ-1,6 виробництва ВАТ “Борекс”, АЗК-6-03 виробництва ВАТ “Уманьферммаш” та аналогічні за призначенням машини іноземного виробництва, які повинні забезпечувати виконання технологічного процесу з високими показниками якості.

Підбирачі-навантажувачі коренеплодів призначено для підбирання з польових валків коренеплодів, очищення й навантаження їх у транспортні засоби.

Аналіз науково-технічної літератури показав, що ринок техніки для збирання цукрових буряків різноманітний, насичений великою гамою як вітчизняних, так й імпортованих машин. У господарств, що вирощують цукрові буряки, є можливість обрати спосіб збирання та підібрати потрібні машини.

2 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ ОЧИСНИКІВ ГИЧКИ З ЕЛАСТИЧНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Для видалення гички або її залишків з головок коренеплодів поряд з традиційними конструкціями найчастіше використовують гнучкі еластичні робочі органи (гума, армована гума, відповідні полімери і т.ін.). Головна причина – здатність таких робочих органів копіювати поверхню головок коренеплодів без значних її пошкоджень і без спеціальних копирів. Для цього перед серійним виготовленням проводяться відповідні конструювання з дослідженнями і випробуваннями таких робочих органів.

Так з метою покращення очистки міжрядь і зменшення енергоємності розроблена схема очисника головок коренеплодів і міжрядь [8], який має раму 1 (рис. 2.1), яка спирається на колеса. Передня частина рами 1 начіпляється на начіпку трактора. На рамі 1 встановлено під кутом до напрямку рядків вал 2 очисника, який приводиться в рух від ВВП трактора.

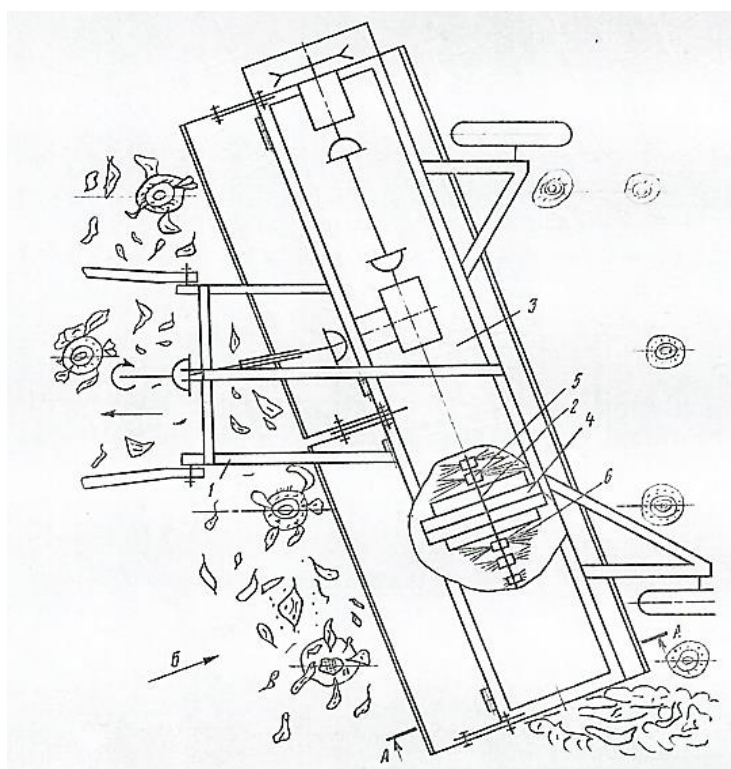


Рисунок 2.1 – Очисник головок коренеплодів [8], вид зверху

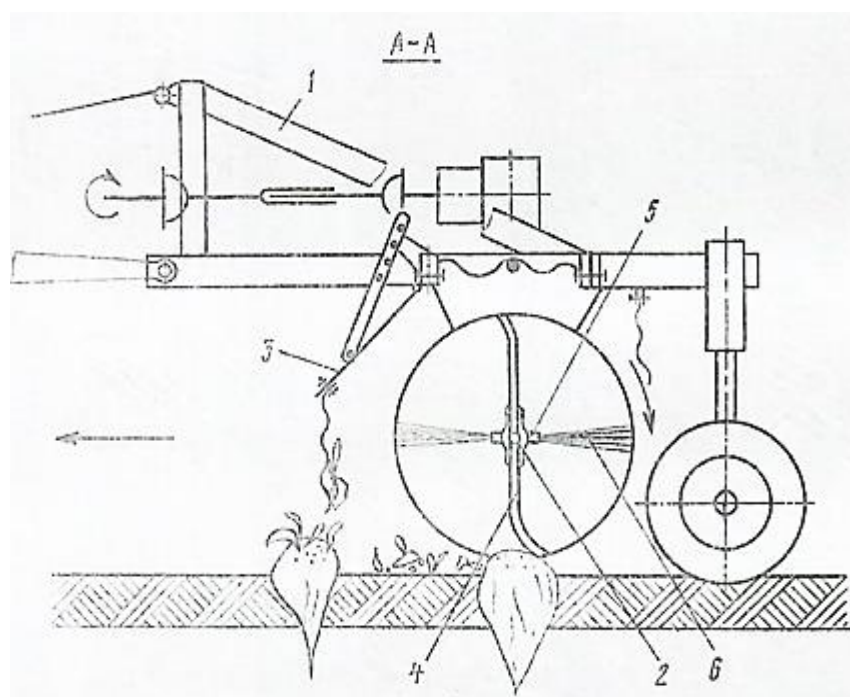


Рисунок 2.2 – Переріз А-А на рис. 2.1

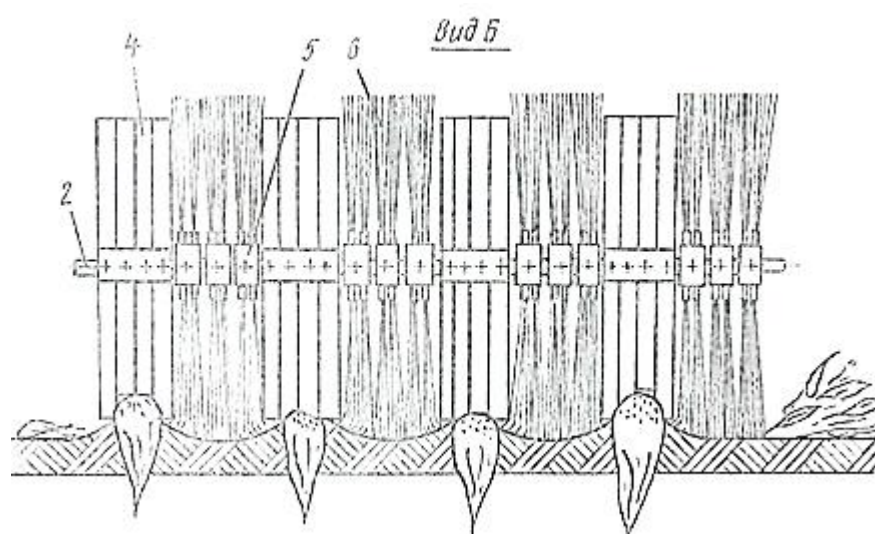


Рисунок 2.3 – Вид Б на рис. 2.1

Над валом 2 встановлено пилозахисний кожух 3 з переднім, верхнім і заднім еластичними екранами. На валу 2 встановлені гнучкі била 4, об'єднані в секції над рядками. Між секціями бил 4 на валу 2 за допомогою планок 5 закріплені робочі органи, виконані у вигляді об'єднаних в пучки щіток 6. Довжина щіток 6 перевищує довжину бил 4. Били 4 і щітки 6 закріплені на валу 2 по гвинтовій лінії.

Пристрій працює наступним чином. Під час руху вздовж рядків вал 2, обертаючись зустрічно напрямку руху, обробляє гнучкими билами 4 головки коренеплодів, збиваючи з них залишки гички. Встановлення валу 2 під кутом до напрямку руху і закріплення бил 4 по гвинтовій лінії забезпечує зміщення залишків гички в міжряддя, звідки вони вимітається щітками 6 в бік зібраного поля.

Запропоновано очисник, призначений для очистки головок коренеплодів від гички або її залишків і міжрядь від бур'янів [9]. Він має раму 1 (рис. 2.4), яка спирається на колеса 2, що копіюють рельєф ґрунту. Передня частина очисника під'єднується до трактора або гичкозбиральної машини. До рами 1 прикріплено горизонтально і під кутом до напрямку рядків перший вал 3, на якому з нахилом до осі його обертання встановлені еластичні очисні елементи 4, об'єднані в секції 5. Кожна секція 5 призначена для очистки одного рядка коренеплодів. Паралельно валу 3 встановлено другий вал 6, на якому еластичні очисні елементи 7 закріплені по гвинтовій лінії. Вал 3 обертається по ходу руху очисника, а вал 6 – зустрічно за допомогою трансмісії 8. Між валами 3 і 6 встановлено у вертикальній площині екран 9, нижня частина якого може бути виконана із еластичного матеріалу.

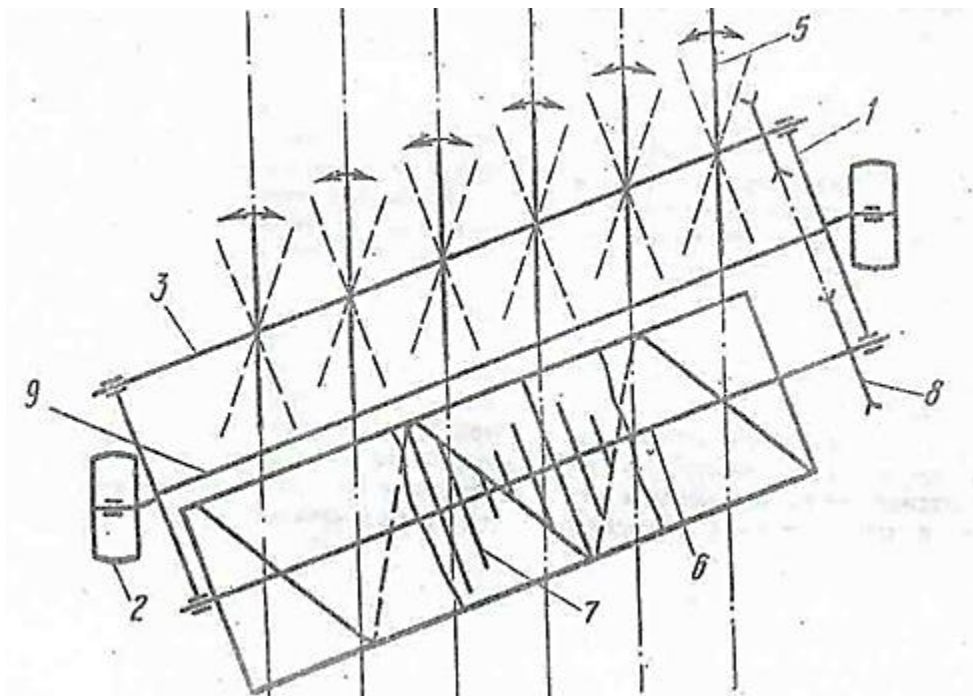


Рисунок 2.4 – Схема очисника головок коренеплодів [9], вид зверху

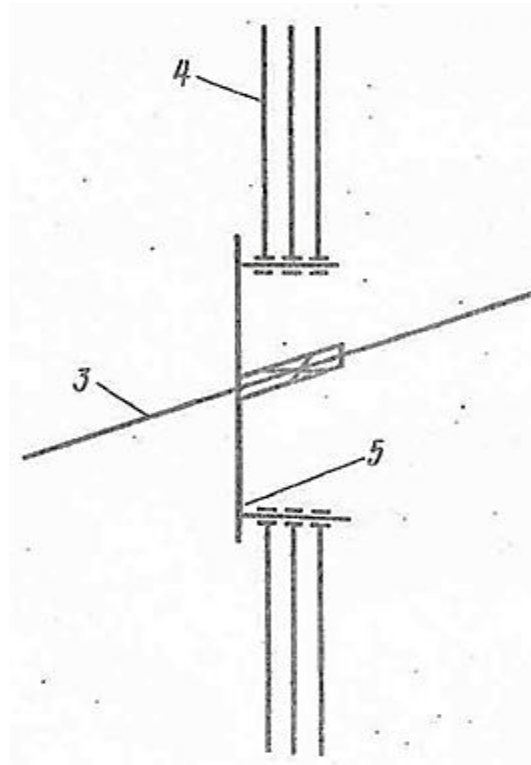


Рисунок 2.5 – Секція з робочими елементами першого валу [9]

Очисник працює наступним чином. Під час руху вздовж рядків коренеплодів очисні елементи 4 секцій 5 обертаються і переміщуються вздовж і впоперек рядка. При цьому вони видаляють гичку з коренеплодів, а елементи 7 змищують гичку і рослинні залишки з рядків і міжрядь і сторону зібраного поля. Екран 9, встановлений між валами 3 і 6, попереджує попадання гички від робочих елементів першого валу на другий і перекидання її через другий вал.

Паралельна установка першого і другого валу спрощує конструкцію трансмісії очисника. В цьому випадку передача обертання с першого на другий вал може бути виконана клинопасовою передачею.

В окремих умовах збирання для збільшення продуктивності роботи на очищенні залишків гички на очиснику коренеплодів кріпиться другий вал 1 [10] (рис. 2.6, 2.7), на якому змонтовані секції 2, які мають осі 3 і 4. На осях 3 і 4 шарнірно закріплені еластичні очисні елементи 5. Осі 3 і 4 кожної секції 2 створюють урізаний конус, причому поруч розташовані секції 2 повернуті одна до одної поперемінно великою і меншою основою.

Пристрій працює наступним чином.

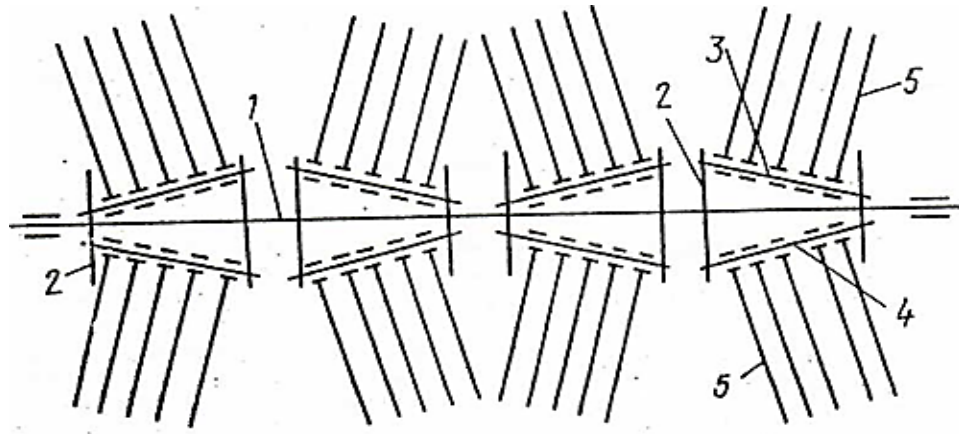


Рисунок 2.6 - Вал з розміщення еластичних очисних елементів [10]

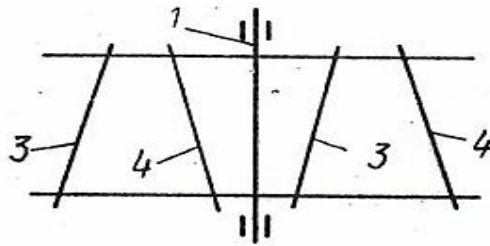


Рисунок 2.7 - Положення осей 3 і 4 на очисному валу [10]

При поступальному русі очисника секція 2 знаходиться над рядком буряків. При обертанні вала 1 шарнірно закріплені на осях 3 і 4 еластичні очисні елементи 5 діють на головки коренеплодів, відділяючи залишки гички. При цьому очисні елементи 5, закріплені на осях 3, наносять удари по залишкам гички з одного боку коренеплоду, а очисні елементи 5, закріплені на осях 4 – з другого. Це покращує якість очистки головок коренеплодів.

Відомий очисник коренеплодів від гички [11], який складається з горизонтального вала 1 (рис. 2.8), на якому за допомогою кронштейнів 2 і осей 3 в обоймах 4 встановлені секції очисних елементів 5 і 6, які мають в поперечному перетині форму кола. Очисні елементи 5, які розташовані на одній осі 3, вільні кінці яких максимально віддалені від осі обертання (рис. 2.9) на величину R_1 , встановлені між собою з шагом t_1 (рис. 2.8). Сусідні секції очисних елементів 6, які розташовані на осях 3 в обоймах 4, мають меншу висоту виступу вільних кінців елементів 6 (величина R_2). При цьому очисні

елементи 6 розташовані між собою з шагом t_2 , величина якого менша шагу t_1 між елементами 5.

Очисник працює наступним чином. При обертанні вала 1 відповідно обертаються очисні елементи 5 і 6. При взаємодії останніх з гичкою відбувається очистка коренеплодів. Очисні елементи 6, кінці яких розташовані на меншому радіусі обертання R_2 налаштовуються на очистку тільки гички і не взаємодіють навіть з високостоячими коренеплодами. Очисні елементи 5, кінці яких розташовані на більшому радіусі обертання R_1 при очистці взаємодіють з коренеплодами, очищаючи їх від гички.

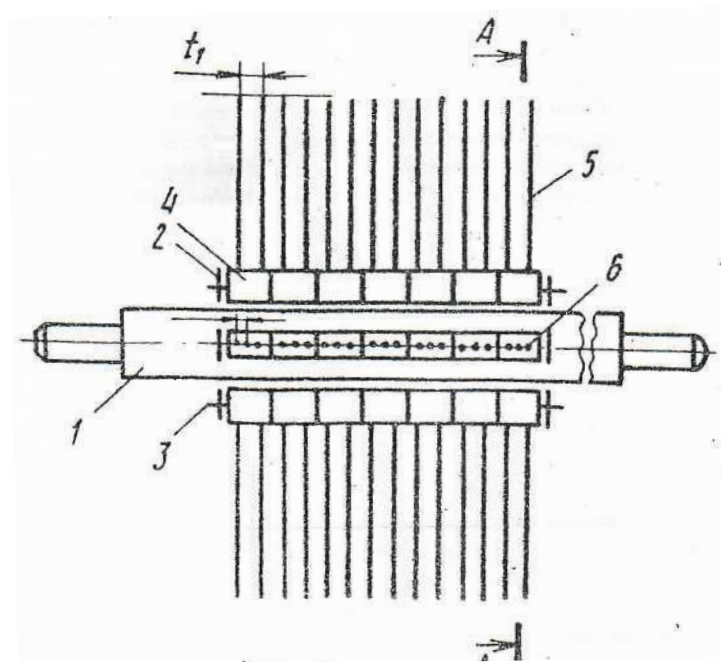


Рисунок 2.8 – Вал очисника коренеплодів від гички [11]

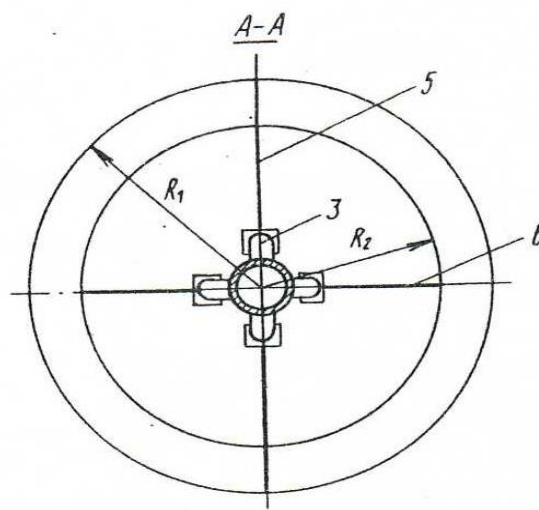


Рисунок 2.9 – Перетин А-А на рис. 2.8

В зв'язку з тим, що частота розташування очисних елементів 6 більша ніж елементів 5, то очисники 6 з більшою ефективністю будуть оббивати гичку, безпосередньо не взаємодіючи з коренеплодами і не вибивати їх з ґрунту.

Для зниження кількості завалених коренеплодів пропонуються також пристрої [12], що мають еластичні елементи, які підтримують коренеплоди під час дії на них активних робочих органів (рис. 2.10, 2.11).

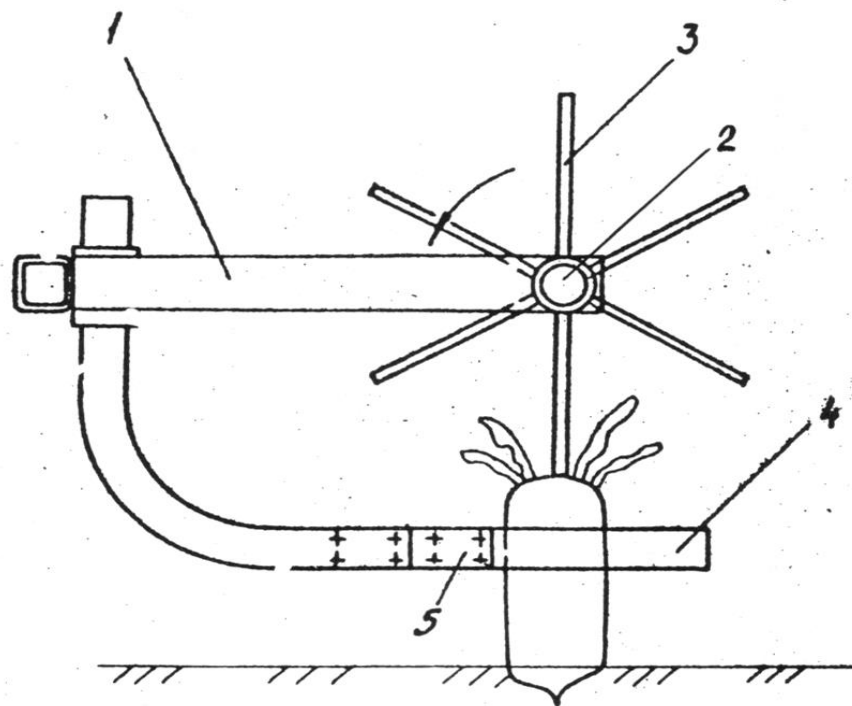


Рисунок 2.10 - Схема очисника коренеплодів [12]: 1- рама; 2- вал;
3- робочий орган; 4- еластична пластина; 5- кронштейн

Особливістю такого пристрою є те, що очисник обладнується додатковими еластичними площинами 4, які фіксують коренеплід пружними елементами 5 у вертикальному положенні під час дії на нього активного робочого органу 3, встановленому на валу 2 рами 1.

Недоліком запропонованого пристрою є можливість якісної роботи тільки на вирівняних за розмірами коренеплодах та відсутності рослин в міжряддях коренеплодів.

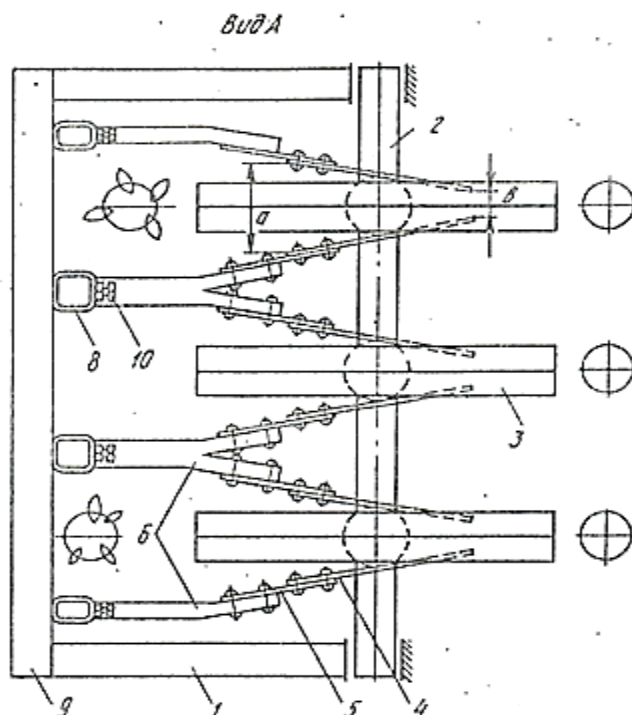


Рисунок 2.11 – Вид А на рис. 2.10

Відомо також ряд пристроїв які поєднують дві функції – очисну і транспортуючу. Таким прикладом є очисник коренеплодів від гички [13], який містить раму 1 (рис. 2.12, 2.13, 2.14), на якій розміщено механізм приводу 2, опорні колеса 3, передній 4 і задній 5 вал, які зустрічно обертаються і встановлені під кутом до напрямку руху очисника, з секціями 6 еластичних робочих елементів. Частина кожної секції 6, яка розміщена між переднім 4 і заднім 5 валами, обертається в прорізах секційного кожуха 7, нижня кромка 8 вхідного вікна якого розташована нижче нижньої точки траєкторії обертання робочих елементів. Вихідне вікно 9 кожуха 7 розташоване вище верхньої точки траєкторії обертання робочих елементів. В кожуху 7 між секціями 6 робочих елементів переднього 4 і заднього 5 валів є спільні бокові стінки. Бокові стінки, які рухаються над рядком коренеплодів, мають паз 10 для проходу коренеплодів. Вихідне вікно 9 напрямним щитком 11 зв'язане з шнековим транспортером 12.

Очисник гички працює наступним чином. Під час руху очисника вздовж рядків коренеплодів еластичні робочі елементи секцій 6 переднього 4 і

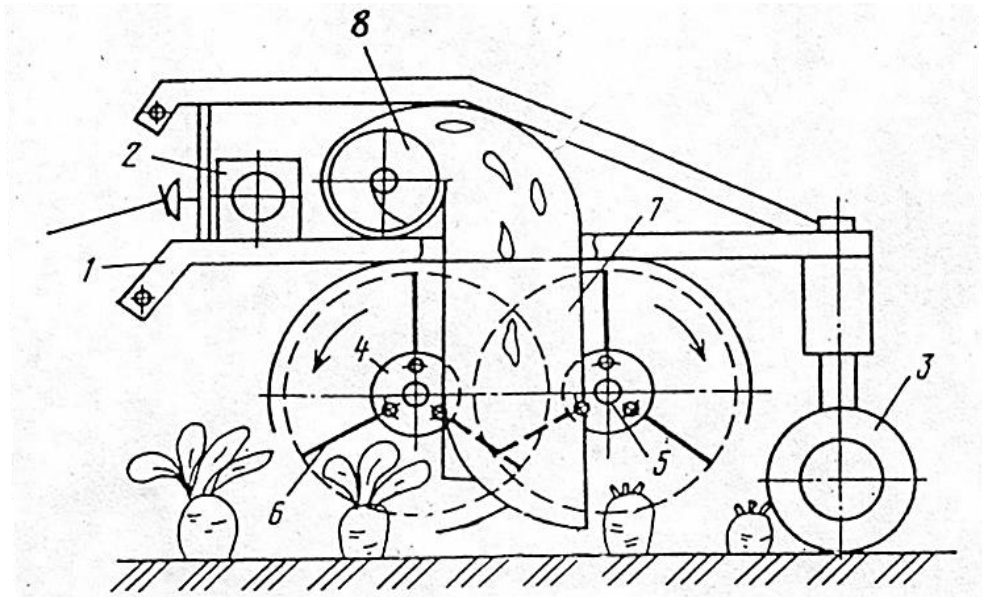
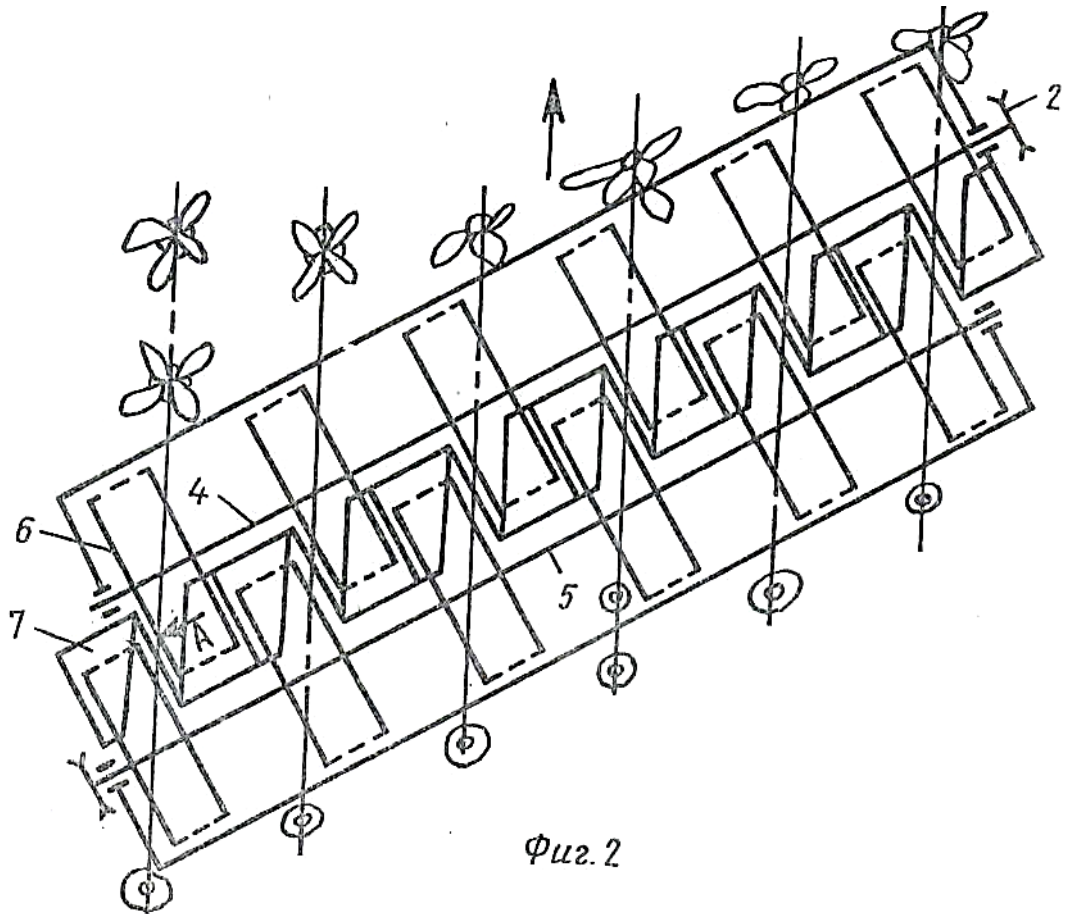


Рисунок 2.12 - Схема очисника [13], вид збоку



Фиг. 2

Рисунок 2.13 – Схема очисника [13], вид зверху

заднього 5 валів оббивають гичку з головок коренеплодів. Нижня кромка 8 вхідного вікна кожуха 7 рухається над поверхнею поля в зоні міжрядь нижче нижньої точки траєкторії обертання робочих органів. Оббита гичка

направляється в кожух 7 і під дією створеного повітряного потоку і відцентрових сил направляється до вихідного вікна 9. Напрямним щитком 11 гичка відводиться до шнекового транспортера 12 і далі транспортується в бік зібраного поля або може збиратися в бункер-накопичувач.

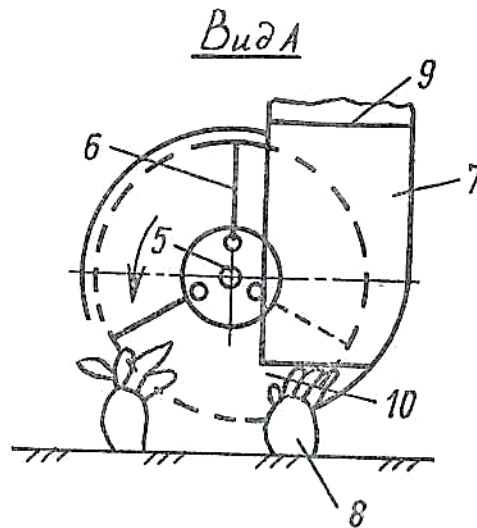


Рисунок 2.14 – Вид А на рис. 2.13

Відомий пристрій для видалення гички [14], розроблений з метою підвищення експлуатаційної надійності і строку служби, який складається з валу 1 (рис. 2.15, 2.16), на якому встановлені фланці 2 із закріпленими на них осями 3. На осі 3 шарнірно встановлено хомут 4, який огинає вісь 3 і має вільні кінці 5 і 6 з П-подібною гофрованою поверхнею і відігнуті в протилежні сторони. Радіус кривизни R відігнутих вільних кінців хомута 4 виконано рівним $R \geq 6d$, де d – діаметр еластичного робочого органу. Своєю випуклою частиною поздовжні і поперечні гофри 7 направлені на зовнішню поверхню кінців 5 і 6 хомута 4. Між кінцями 5 і 6 хомута 4 в П-подібному пазу гофрованої поверхні встановлені еластичні робочі елементи 8. Кінці 5 і 6 хомута 4 з'єднані між собою різьбовим з'єднанням 9. Поверхні впадин гофр виконані адекватними поверхні еластичного робочого елемента 8.

Пристрій працює наступним чином. Еластичні робочі елементи 8, набрані у вигляді щітки, мають довгий робочий кінець і встановлюються з деяким запасом в П-подібному пазу 7 гофрованої поверхні кінців 5 і 6 хомута

4. За допомогою різьбового з'єднання 9 кінці 5 і 6 хомута 4 з'єднуються між собою і еластичні робочі елементи 8 обтискаються і утримуються в робочому положенні в П-подібному пазу гофрованої поверхні кінців 5 і 6 хомута 4.

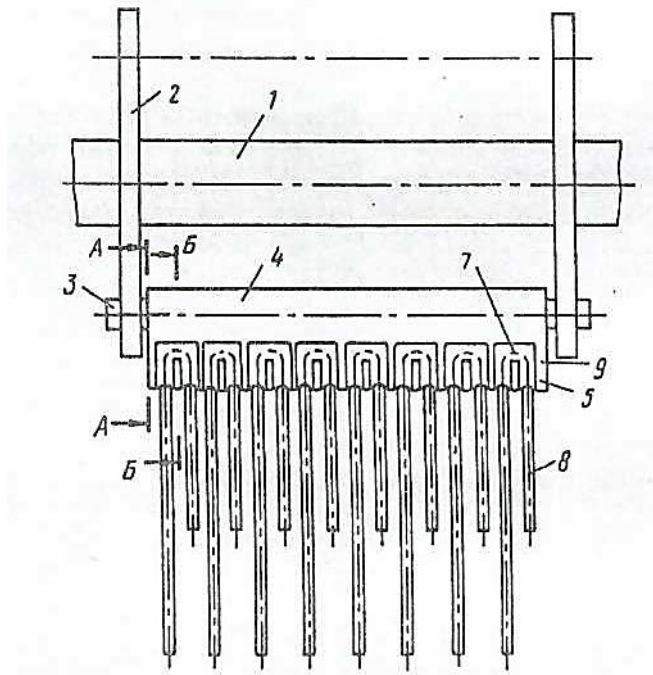


Рисунок 2.15 - Пристрій для видалення гички [14]

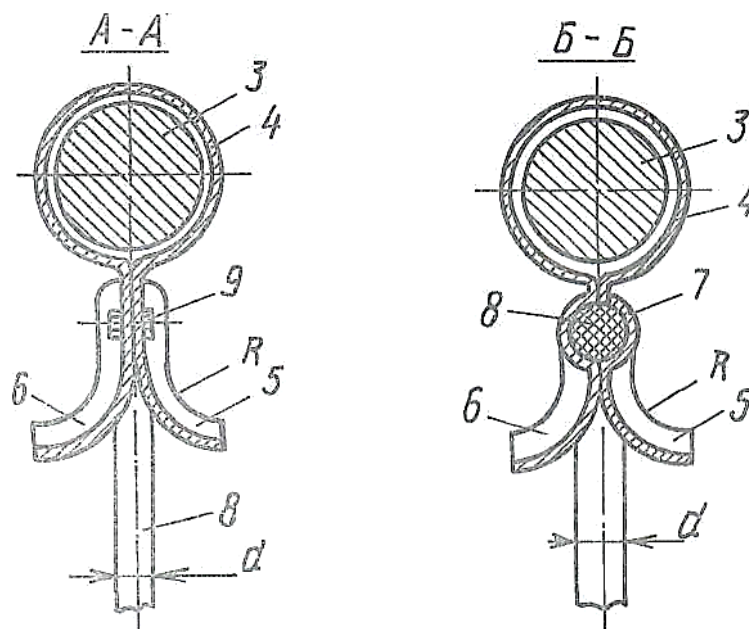


Рисунок 2.16 - Перерізи А-А і Б-Б на рис.2.15

Під час руху пристрою вздовж рядків коренеплодів вал 1 приводиться в обертальний рух. Еластичні робочі елементи 8, шарнірно закріплені за

допомогою хомута 4 на осі 3, оббивають гичку на коренеплодах і бур'яни в зоні рядка і міжряддя.

При зустрічі з гичкою і головкою коренеплоду еластичні робочі елементи 8 прогинаються в місці виходу з хомута 4 і огинають відігнуті вільні кінці 5 і 6, радіус кривизни яких R забезпечує плавний згин елементів 8 без пошкодження їх під дією циклічних, динамічних навантажень. В процесі очищення гички відбувається зношення робочих елементів 8 і їх необхідно подовжити. Для цього послаблюється зв'язок між кінцями 5 і 6 хомута 4 різьбовим з'єднанням 9 і еластичні елементи 8 протягуються в П-подібних пазах на необхідну довжину. Після цього різьбовим з'єднанням 9 вільні кінці 5 і 6 хомута 4 стягуються між собою, обтискаючи і утримуючи еластичні робочі елементи 8 в робочому положенні.

З метою підвищення якості очистки коренеплодів від гички і довговічності розроблено очисник головок коренеплодів від гички [15], який містить вал 1, на якому за допомогою кронштейнів 2 закріплені осі 3 (рис. 2.17 – 2.21). На осях 3 з можливістю повороту встановлені обойми 4, кожна з яких містить радіальні 5 і бокові нахилені 6 наскрізні отвори для встановлення очисних елементів – бил 7.

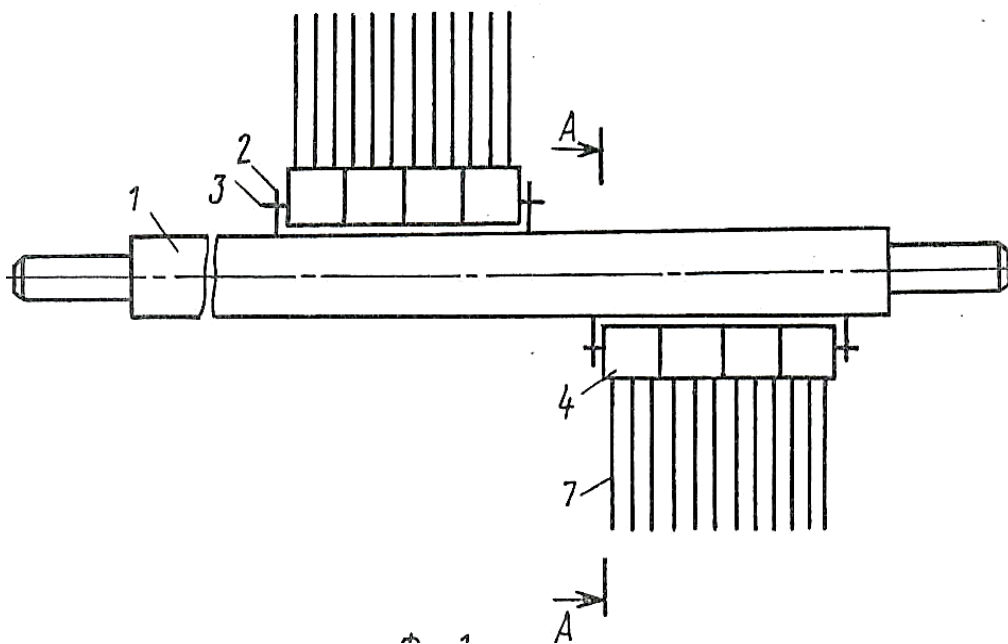


Рисунок 2.17 - Очисник головок коренеплодів від гички [15]

Перпендикулярно радіальним отворам 5 виконано наскрізний центральний отвір 8, в якому розташована розпірна втулка 9. З однієї торцевої сторони втулка має західний конус 10, а з протилежної – багатогранне глухе гніздо 11. Вільні кінці 12 неробочої частини очисних елементів 7 розташовані з боку, протилежному напрямку обертання обойми і вала.

Очисник працює наступним чином. Вал 1 обертається разом з очисними елементами 7, які при взаємодії з гичкою оббивають і очищають коренеплоди. Вільні неробочі кінці 12 очисних елементів 7 виконують роль амортизаторів.

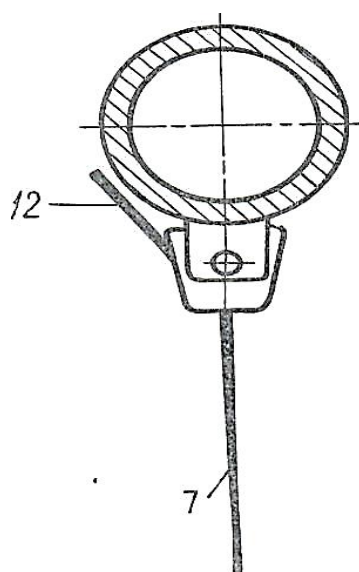


Рисунок 2.18 - Переріз А-А на рис. 2.17

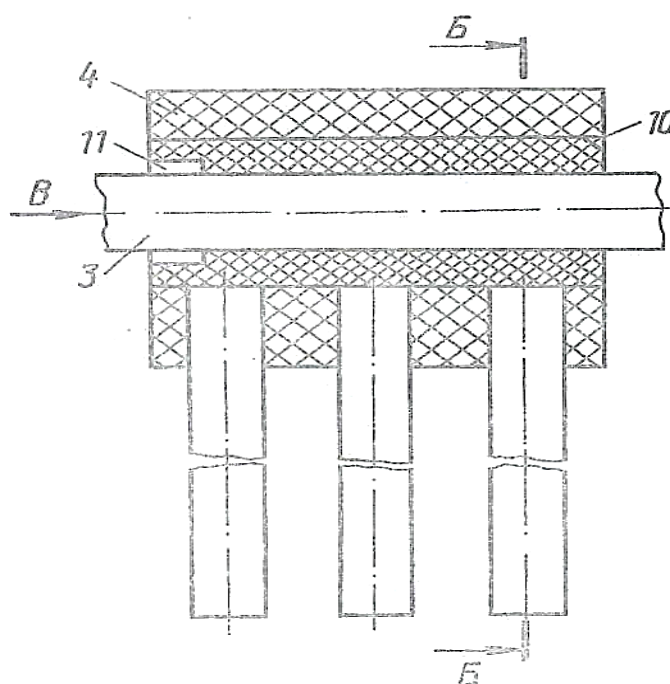


Рисунок 2.19 - Обойма з білами в розрізі

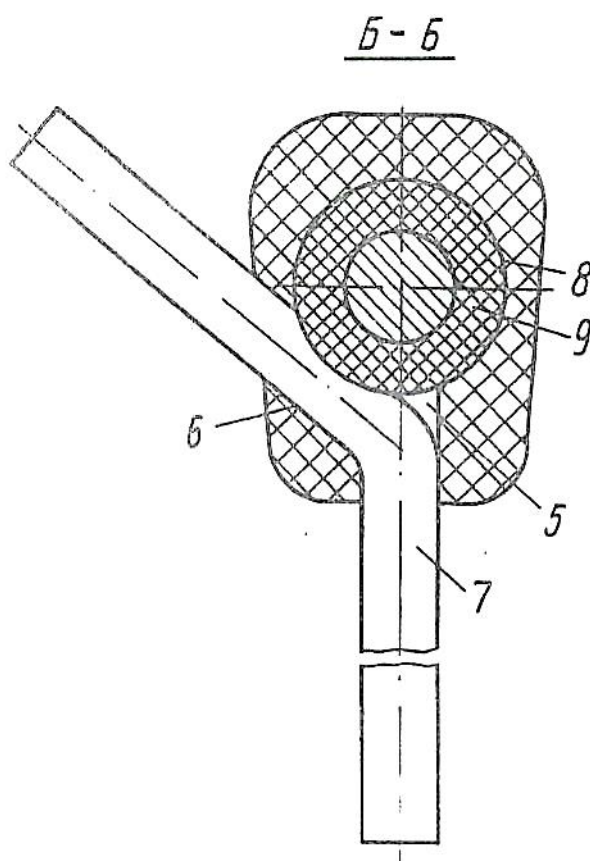


Рисунок 2.20 - Переріз Б-Б на рис. 2.19

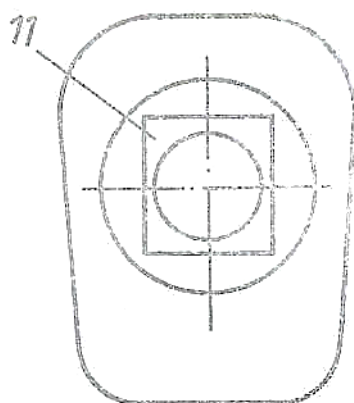


Рисунок 2.21 - Вид В на рис. 2.19

При взаємодії біла 7 з гичкою відбувається провертання обойми 4 в сторону, протилежну напрямку обертання. Кінці 12, впираючись в поверхню валу, амортизують різкий поворот обойми, що приводить до збільшення часу контакту біла 7 з гичкою і підвищенню якості очищення коренеплодів. Використання глухих багатогранних гнізд 11 забезпечує можливість

провертання втулок ключом при одночасному підтягуванні бил, які зносилися. Можливість змінювати довжину робочої частини бил при їх зношенні підвищує довговічність очисника і раціональність використання еластичного матеріалу.

3 ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА

На підставі відомого технічного рішення [16] нами розроблена схема, за якою розроблені робочі креслення вузлів і деталей стенда (додатки) для випробувань робочих органів для видалення гички з головок коренеплодів.

Стенд містить раму 1 (рис. 3.1) з пристроєм 2 для кріплення гичковидаляючих робочих органів 3, рухоме поле 4, виконане у вигляді транспортера, що рухається по напрямних зірочках 5. Рухоме поле 4 і робочі органи 3 приводяться в рух електродвигунами з варіаторами. До роликів ланцюгів транспортера 4 кріпиться платформа 6, на якій на кронштейнах 7 встановлена вісь 8. Вісь 8 виконана з можливістю повороту в кронштейнах 7 відносно рухомого поля 4 і платформи 6. До осі 8 кріпиться пристрій 9 для кріплення моделі коренеплоду 10.

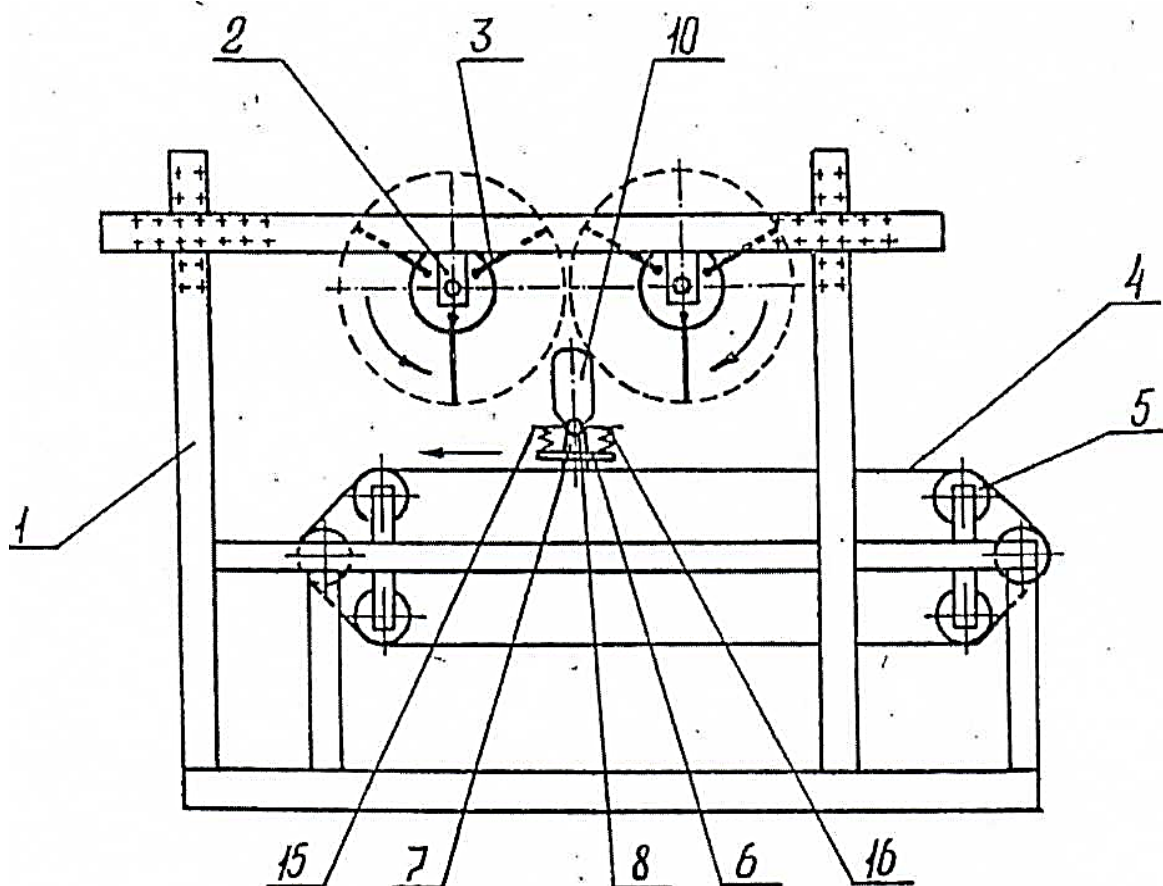


Рисунок 3.1 – Схема стенду, загальний вид [16]

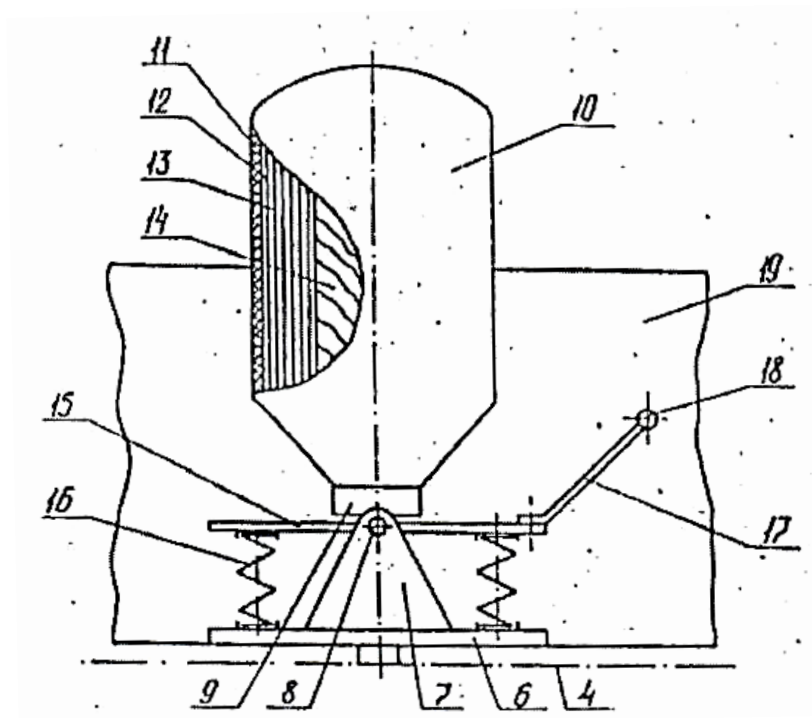


Рисунок 3.2 – Пристрій для кріплення моделі коренеплоду у варіанті встановлення писця

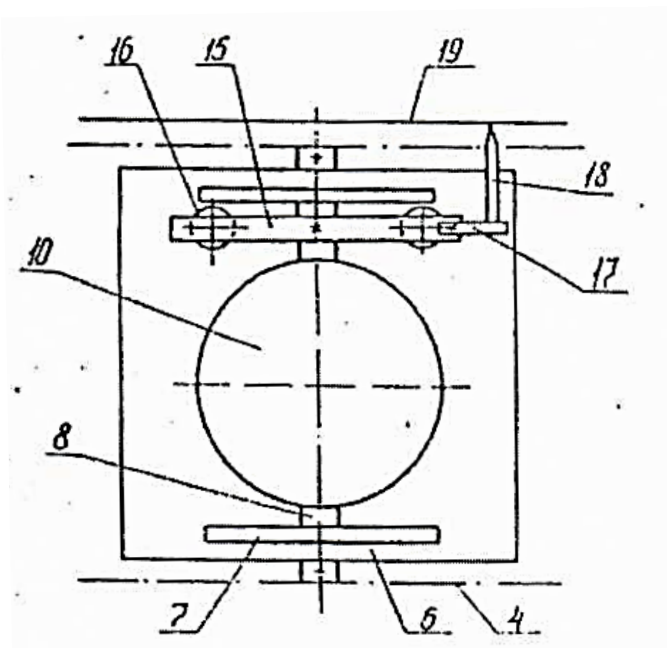


Рисунок 3.3 – Пристрій для кріплення моделі коренеплоду, вид зверху

Модель коренеплоду 10 покрита шаром гуми 11, а всередині виконана із декількох шарів паперу 12, між якими розміщено копіювальний папір 13. Папір 12 і 13 намотаний на корпус моделі 14, виконаний з дерева. На одному з кінців осі 8 закріплено двоплечий важіль 15, підпружинений відносно

платформи 6 пружинами 16. Зовнішні кінці двоплечого важеля 15 взаємодіють з пристроєм для реєстрації навантажень, які діють на коренеплід при дії на нього робочих органів. Цей пристрій може бути виконано в декількох варіантах.

По-перше, до зовнішнього кінця двоплечого важеля 15 може кріпитися тримач 17, в якому закріплено писець 18, який пишучою частиною взаємодіє з листом паперу 19, який встановлено на рамі 1 у вертикальній площині вздовж рухомого поля 4 в зоні взаємодії робочих органів 3 з моделлю коренеплоду 10.

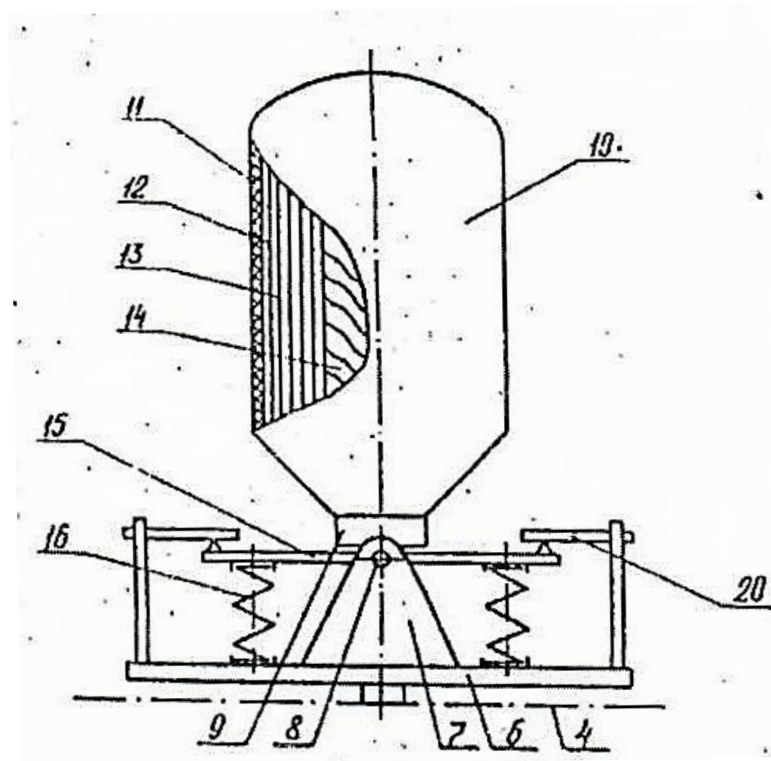


Рисунок 3.4 – Пристрій для кріплення моделі коренеплоду у варіанті встановлення тензодатчиків, вид збоку

По-друге, на платформі 6 можуть кріпитися балочки 20 з наклеєними на них тензодатчиками. Зовнішні кінці двоплечого важеля 15 взаємодіють з балочками 20, датчики яких з'єднані гнучким зв'язком до тензопідсилювача і осцилографа.

Стенд працює наступним чином. Модель коренеплоду 10 встановлюється в пристрій для кріплення 9. Рух від електродвигунів через варіатори передається рухомому полю 4 і робочим органам 3. Модель коренеплоду 10 підводиться із заданою швидкістю руху до робочих органів 3. При взаємодії бил робочих органів 3 і моделі коренеплоду 10, вона повертається на осі 8. Двоплечий важіль 15 також повертається на осі 8 в залежності від сил, які діють на коренеплід, переборюючи опір пружин 16. Писець 18, встановлений в тримачі 17 на двоплечому важелі 15, записує на листі 19 всі коливання моделі коренеплоду 10 в процесі дії на неї робочих органів 3 і з врахуванням поступального руху.

У випадку встановлення тензодатчиків, двоплечий важіль 15 зовнішніми кінцями діє на балочки 20 з наклеєними на них тензодатчиками і сили, які діють на модель 10 з боку робочих органів 3, реєструються через тензопідсилювач осцилографом або аналогічним реєстратором.

Для визначення фактичних навантажень, які діють на коренеплід, проводиться тарування пристроїв для реєстрації навантажень у відповідності із існуючими методиками. При ударах робочих органів 3 по моделі коренеплоду 10 копіювальний папір 13 залишає плями контакту на папері 12. Після виходу моделі коренеплоду 10 із зони дії робочих органів 3 рухоме поле 4 і робочі органи 3 зупиняються і модель коренеплоду 10 виймається з пристрою 9. Зовнішній еластичний гумовий шар 11 моделі 10 знімається, листи паперу 12 і копіювального паперу 13 розгортаються і по плямах на папері 12 визначається місце контакту робочих органів 3 з моделлю коренеплоду 10, а також характер і глибина деформації. В залежності від товщини паперу 12 і виду копіювального паперу 13 проводиться тарування для визначення фактичних значень сил деформації коренеплоду.

Таким чином, запропонований стенд дозволяє проводити більш повну реєстрацію навантажень, які діють на коренеплоди з боку робочих органів.

4 РОЗРАХУНОК ОКРЕМИХ ПАРАМЕТРІВ СТЕНДА

4.1 Розрахунок клинопасової передачі приводу транспортера

Приймаємо, що привід транспортера стенда виконується від електродвигуна і крутний момент передається через клинопасову передачу. Визначимо розміри шківів і сили, які діють на них.

Безкінечні клинові гумовотканинні привідні паси виготовляють кордотканинними і кордошнуровими. При малих діаметрах шківів, а також при великих швидкостях рекомендується застосовувати кордошнурові паси, при порівняно великих діаметрів шківів – кордотканинні.

Розрахункова ширина a рівна приблизно ширині паса по середній лінії. Вона залишається незмінною при вигині паса на шківі любого діаметра. Положення розрахункової ширини визначає розрахункові діаметри шківів, довжину і швидкість пасів.

Розрахункова довжина пасів - довжина на рівні його розрахункової ширини. Внутрішня довжина паса - довжина по його внутрішній окружності.

Паси повинні зберігати працездатність при температурі від -30 до $+60^{\circ}$ С. Передачі клиновими пасами застосовують частіше при малих міжосьових відстанях і, як правило, при великих передаточних числах (до 10).

Максимальна різниця між довжинами пасів однієї і тієї ж групи відповідає допуску на розбіжність довжин пасів в одному комплекті. Комплект складається з пасів, які входять в одну і ту ж групу, номер якої заносять в маркування паса.

Вихідні данні для розрахунків:

- потужність електродвигуна - 11 кВт;
- кутова швидкість - 75,5 м/с.

Підбираємо переріз пасів. Приймаємо паси тип В. Вибираємо діаметр ведучого шківа. $d_1 = 200$ мм (допустиме відхилення $\pm 2,0$ мм).

Діаметр веденого шківa знаходимо з формули:

$$d_2 = d_1 - u_o - (1 - \varepsilon) = 450 \text{ мм} \quad (4.1)$$

де u_o - передаточне число;

d_1 - діаметр ведучого шківa;

$\varepsilon = 0,02$.

Уточнюємо передаточне число:

$$u = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{450}{200(1 - 0,02)} = 2,2 \quad (4.2)$$

де d_2 - діаметр веденого шківa;

ε - коефіцієнт пружного ковзання для прогумованих пасів.

Визначимо діаметр натяжного ролика щоб уникнути провисання паса:

$$d_p = (0,75 \dots 1,0) d_1, = 0,75 \cdot 200 = 150 \text{ мм}, \quad (4.3)$$

$$\frac{a}{d_2} = 1,2.$$

Щоб визначити розрахункову довжину паса нам потрібно визначити розрахункову міжосьову відстань:

$$a = (1,5 \dots 2)d_1 + d_2 = 1,5 \cdot 200 + 150 = 450 \text{ мм}. \quad (4.4)$$

Знайдемо розрахункову довжину паса

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) - \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = \quad (4.5)$$

$$= 2 \cdot 450 + \frac{\pi}{2}(200 + 450) - \frac{(450 - 200)^2}{4 \cdot 450} = 2954,5 \approx 3000 \text{ мм}$$

Визначимо кінцеву міжосьову відстань

$$a = 0.25 \left| (L_p - b_1) + \sqrt{(L_p - b_1)^2 - 8b_2} \right| = \quad (4.6)$$

$$= 0.25 \left| (3000 - 1020.5) + \sqrt{(3000 - 1020.5)^2 - 8 \cdot 125} \right| = 989 \text{ мм}$$

де L_p - розрахункова довжина паса;

b_1, b_2 - ширина канавок.

Визначимо кут обхвату паса ведучого шківів

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 165.6^\circ \quad (4.7)$$

Різниця між довжинами паса, яку треба вибрати відтяжним роликком:

$$\Delta L = L_p - L_o = 3000 - 2954.5 = 45.5 \text{ мм} \quad (4.8)$$

де L_o - прийнята за стандартом розрахункова довжина.

Визначимо кількість пасів z за формулою:

$$z = \frac{P_1 \cdot C_p}{P_o \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_z} = \frac{11.1 \cdot 1.2}{4.21 \cdot 0.98 \cdot 0.96 \cdot 1} \approx 2$$

де $C_p = 0.98$; $P_o = 4.21$ кВт; $C_\alpha = 0.98$; $C_L = 0.96$; $C_z = 1$;

P - потрібна потужність. Після підрахунку ми бачимо, що потрібна кількість пасів дорівнює 2.

Визначимо сили, які діють на клинопасову передачу.

Попередній натяг F_o :

$$F_0 = \frac{850 \cdot P_1 \cdot C_p \cdot C_V}{z \cdot \sigma \cdot C_\alpha} + \theta \cdot \sigma^2 = \frac{850 \cdot 11 \cdot 1.2 \cdot 1}{2 \cdot 7.33 \cdot 0.98} + 0.30 \cdot 7.33^2 = 800 \text{ Н} \quad (4.9)$$

де $C_V = 1$;

$Q = 0,3$ - сила тиску на ведучій та ведений вали до початку і під час роботи;

σ - початкове напруження;

Визначимо потрібну швидкість паса V :

$$V = \frac{d_1 \cdot \omega_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{200 \cdot 73.3}{2 \cdot 10^3} = 7.33 \text{ с}^{-1} \quad (4.10)$$

де ω_1 - кутова швидкість.

Визначимо колове зусилля яке діє на клинопасову передачу:

$$F_t = 10^3 \frac{P_1}{V} = 10^3 \frac{11}{7.33} = 1500 \text{ Н.}$$

де P_1 - потрібна потужність;

V - швидкість клинопасової передачі.

Визначимо зусилля яке діє в ведучій гілці:

$$F_1 = F_o + \frac{F_t}{2} = 800 + \frac{1500}{2} = 1550 \text{ Н} \quad (4.11)$$

Після цього, визначимо зусилля яке діє в відомій гілці:

$$F_2 = F_o - \frac{F_t}{2} = 800 - \frac{1500}{2} = 50 \text{ Н}$$

де F_o - попередній натяг;

F_t - зусилля яке діє на ведучій гілці.

Після того, як ми провели розрахунки по визначенню зусиль в ведучій і веденій гілці, можемо приступити до розрахунку зусилля на ведучому і веденому валу.

Визначимо зусилля яке діє на ведучій вал:

$$F_{b1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cos \alpha_1} = \quad (4.12)$$

$$= \sqrt{1550^2 + 50^2 - 2 \cdot 1550 \cdot 50 \cos 165} = 673.6 \text{ Н.}$$

Визначимо зусилля яке діє на ведений вал:

$$F_{b2} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cos \alpha_1} =$$

$$= \sqrt{1550^2 + 50^2 - 2 \cdot 1550 \cdot 50 \cos 237} = 1577,5 \text{ Н.}$$

де F_1 - зусилля яке діє на ведучій гілці;

F_2 - зусилля яке діє на веденій гілці.

Визначимо кут обхвату пасом веденого шківів:

$$\alpha_2 = 180 + 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 237^\circ \quad (4.13)$$

де α_2 - міжосьова відстань.

Визначимо остаточну ширину шківів:

$$M = (z - 1)e + 2f = (2 - 1)25.5 + 2 \cdot 17 = 60 \text{ мм} \quad (4.14)$$

де z - кількість пасів, дорівнює 2;

$$e = 25,5;$$

$$f = 17.$$

Після того, як ми визначили всі основні розміри, визначимо діаметр шківів, але перед цим визначимо крутний момент:

$$T = 10^3 \frac{P}{\omega} = 10^3 \frac{11}{73.3} = 150 \text{ Нм} \quad (4.15)$$

де P - необхідна потужність;

ω - кутова швидкість.

Визначимо який потрібен розрахунковий діаметр вала:

$$d_n = 10^3 \sqrt[3]{\frac{150}{0.2 \cdot \tau'_{TP}}} = 28.9 \approx 30 \text{ мм.} \quad (4.16)$$

де $\tau'_{TP} = 30$;

T - крутний момент.

Підберемо матеріал для маточин. Приймемо їх чавунними. Визначимо діаметр маточин:

$$d_{cm} = 1.6 \cdot d_g + 10 = 1.6 \cdot 30 + 10 = 58 \text{ мм} \quad (4.17)$$

де d_g - діаметр валу.

Визначимо ширину маточини

$$l_{cm} = (1.2 \dots 1.5) \cdot d_g = 1.2 \cdot 30 = 36 \text{ мм.} \quad (4.18)$$

Визначимо товщину обода

$$\delta = 0.005 \cdot d + 5 = 0.005 \cdot 200 + 5 = 6 \text{ мм.} \quad (4.19)$$

де d — діаметр валу який дорівнює 200 мм.

Визначимо товщину обода чавунних шківів.

$$\delta_{чуг} = (0.65 \dots 0.75) \cdot e = 0.65 \cdot 25.5 = 16.5 \text{ мм.}$$

Визначимо діаметр обода

- для ведучого шківа

$$D_{ог1} = d_1 - 2 \cdot \delta = 171.4 - 2 \cdot 16.5 = 139.4 \text{ мм} \quad (4.20)$$

де δ — товщина обода;

- для веденого шківа

$$D_{об2} = d_2 - 2 \cdot \delta = 421.4 - 2 \cdot 16.5 = 389.4 \text{ мм.} \quad (4.21)$$

Внутрішні діаметри шківів.

Ведучий шків

$$d_{i1} = d - 2 \cdot h = 200 - 2 \cdot 14.3 = 171.4 \text{ мм} \quad (4.22)$$

де h — висота шківа;

d - діаметр шківа.

Ведений шків

$$d_{i2} = d - 2 \cdot h = 450 - 2 \cdot 14.3 = 321.4 \text{ мм} \quad (4.23)$$

Для шківів з диском визначимо товщину диска:

$$C_1 = (1,2 \dots 1,3) \delta = 1,2 \cdot 16,5 = 19,8 \approx 20 \text{ мм.} \quad (4.24)$$

За результатами проведених розрахунків в системі приводу передбачаємо встановлення змінних шківів для регулювання необхідної швидкості руху транспортера. Як мінімум потрібно чотири значення швидкості від мінімальної до максимальної для імітації виробничих умов руху очисника по полю.

4.2 Розрахунок клинопасової передачі приводу роторів

Мета розрахунку – визначити основні конструктивні параметри пасової передачі для приводу роторів (рис. 4.1).

Згідно схеми крутний момент від ведучого шківа 1 передається до ведучого шківа 3 через проміжний шків 2. Передаточне відношення $i=1,8$, розміри і кінематичні параметри шківів 2 і 3 однакові. З попередніх розрахунків відомо що

$$\omega_2 = \omega_3 = 30,67 \text{ с}^{-1};$$

$$n_2 = n_3 = 293,03 \text{ об/хв.}$$

Один шків встановлений на вихідному кінці вала приводу і має наступні параметри $n = 540 \text{ об/хв}$; $\omega = 56,52 \text{ с}^{-1}$.

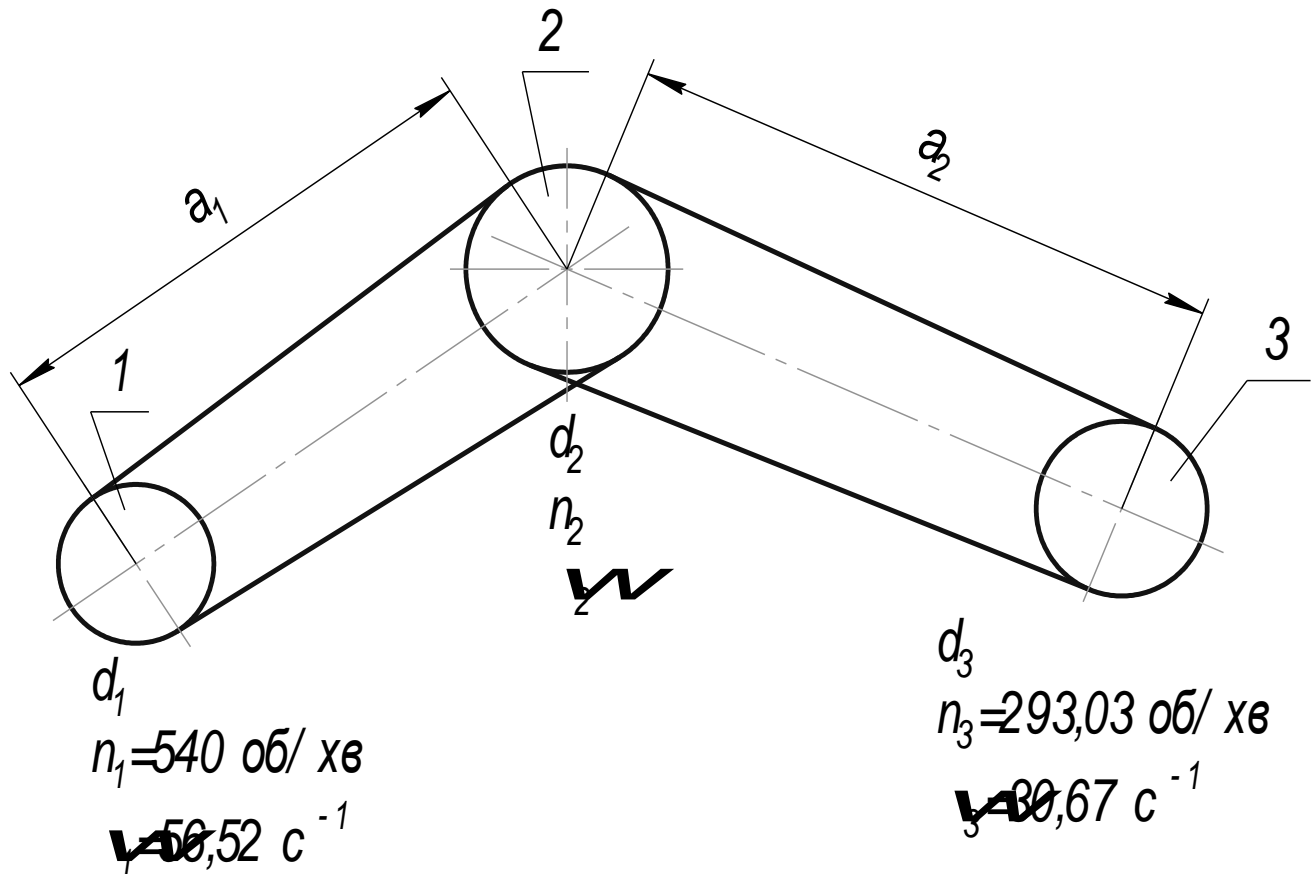


Рисунок 4.1 – Схема для розрахунку параметрів пасової передачі

Потужність приводу вала ротора (шків 3) становить 2,5 кВт і враховує передачу крутного моменту валом приводу, його обертання на холостому ході з подоланням тертя в опорах кочення та роботу, пов'язану з дією на рослини.

Визначаємо крутний момент:

$$T = \frac{P}{\omega_1}, \quad (4.25)$$

де P – потужність приводу, Вт.

$$T = \frac{2,5 \cdot 10^3}{56,52} = 44,23 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо діаметр меншого шків за формулою

$$d \approx (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{T}. \quad (4.26)$$

Тоді,

$$d \approx (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{44,23 \cdot 10^3} \approx 106 \div 142 \text{ мм.}$$

Згідно [15] вибираємо профіль паса А, а діаметр шківів $d_1 = 125$ мм.

Визначаємо діаметр більшого шківів за формулою:

$$d_2 = i \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon), \quad (4.27)$$

де ε – ковзання паса, $\varepsilon = 0,015$ [15, с.60].

$$d_2 = 1,8 \cdot 125 \cdot (1 - 0,015) = 184,7 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_2 = 180$ мм.

Уточнюємо передаточне відношення за формулою

$$i = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)}. \quad (4.28)$$

Підставляємо значення у формулу, будемо мати

$$i = \frac{180}{125 \cdot (1 - 0,015)} = 1,46.$$

При цьому кутова швидкість вала 2 буде

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_p}. \quad (4.29)$$

Тоді,

$$\omega_2 = \frac{56,52}{1,46} = 38,71 \text{ с}^{-1}$$

Як показали розрахунки $\omega_2 > \omega_3$, а тому $n_2 \neq n_3$, $d_2 \neq d_3$. Для остаточного визначення параметрів пасової передачі необхідно збільшити d_3 до рекомендованого [15], тобто $d_3 = 224$ мм

Тоді,

$$i = \frac{224}{180 \cdot (1 - 0,015)} = 1,26.$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{i_2} = \frac{38,71}{1,26} = 30,72 \text{ с}^{-1}.$$

Знаходимо відхилення у розрахунках ω_3 . Допускається відхилення до 3%

$$\Delta\omega_3 = \frac{30,72 - 30,67}{30,67} \cdot 100\% = 0,16\%.$$

$$3\% > 0,16\%.$$

Отже, остаточно приймаємо діаметри шківів $d_1 = 125$ мм, $d_2 = 180$ мм, $d_3 = 224$ мм.

Визначаємо міжосьову відстань між шківками в інтервалі:

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_o, \quad (4.30)$$

$$a_{\max} = 2(d_1 + d_2), \quad (4.31)$$

де T_o – висота перерізу паса, $T_o = 10,5$ мм [15].

Тоді,

$$a_{1\min} = 0,55 \cdot (125 + 180) + 10,5 = 178,25 \text{ мм}$$

$$a_{1\max} = 2(125 + 180) = 610 \text{ мм}$$

$$a_{2\min} = 0,55 \cdot (180 + 224) + 10,5 = 232,7 \text{ мм}$$

$$a_{2\max} = 2(180 + 224) = 808 \text{ мм}.$$

Приймаємо довжину, відповідно $a_1 = 700$ мм; $a_2 = 800$ мм.

Визначаємо довжину паса за формулою

$$L = 2 \cdot a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a} \quad (4.32)$$

Маємо,

$$L_1 = 2 \cdot 700 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (125 + 180) + \frac{(180 - 125)^2}{4 \cdot 700} = 1881,05 \text{ мм}.$$

Приймаємо найближче стандартне значення $L_1 = 2000$ мм [15].

$$L_2 = 2 \cdot 800 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (180 + 224) + \frac{(224 - 180)^2}{4 \cdot 800} = 2235,48 \text{ мм}.$$

Приймаємо найближче стандартне значення $L_2 = 2240$ мм [15].

Уточнюємо значення міжосьової відстані з врахуванням стандартної довжини пасів:

$$a = 0,25 \cdot [(L - \omega) + \sqrt{(L - \omega)^2 - 2 \cdot y}], \quad (4.33)$$

де $\omega = 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2)$;

$$y = (d_2 - d_1)^2.$$

Тоді, $\omega_1 = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (125 + 180) = 478,85$ мм, а $y_1 = (180 - 125)^2 = 3025$ мм.

Підставивши дані, отримаємо

$$a_1 = 0,25 \cdot [(2000 - 478,85) + \sqrt{(2000 - 478,85)^2 - 2 \cdot 3025}] = 660 \text{ мм},$$

$$a_2 = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (224 + 180) = 634,28 \text{ мм},$$

$$y_2 = (224 - 180)^2 = 1936 \text{ мм},$$

$$a_2 = 0,25 \cdot [(2240 - 634,28) + \sqrt{(2240 - 634,28)^2 - 2 \cdot 1963}] = 810 \text{ мм}.$$

Під час монтажу передач необхідно забезпечити можливість зменшення міжосьової відстані на $0,01L$ для полегшення надівання пасів на шківів і можливість його збільшення на $0,025L$ для збільшення натягу пасів.

Визначаємо кут охоплення меншого шківів за формулою

$$\alpha = 180^\circ - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}. \quad (4.34)$$

Підставивши дані, отримаємо:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{180 - 125}{660} = 175^\circ,$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{224 - 180}{810} = 177^\circ.$$

Визначаємо кількість пасів у передачі за формулою:

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_o \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}, \quad (4.35)$$

де P_o – потужність, що передається одним пасом, кВт;

C_L – коефіцієнт, що враховує довжину паса, $C_L = 0,98$; [15]

C_α – коефіцієнт, що враховує кут охоплення шківів, $C_\alpha = 0,98$ [15];

C_z – коефіцієнт, що враховує кількість пасів у передачі, $C_z = 0,95$ [15];

C_p – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації, $C_p = 1,0$ [15].

Для шківів 1-2 отримаємо:

$$z = \frac{2,5 \cdot 1,0}{1,36 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,95} = 2,01$$

Приймаємо $z = 2$.

Натяг вітки клинового паса визначаємо за формулою:

$$F_o = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot V \cdot C_\alpha} + \theta \cdot V^2, \quad (4.36)$$

де θ – коефіцієнт, що враховує вплив відцентрових сил, $\theta = 0,18 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{М}^2$.

$$V = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot d_1. \quad (4.37)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$V = 0,5 \cdot 56,52 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 3,53 \text{ м/с}$$

Тоді,

$$F_o = \frac{850 \cdot 2,5 \cdot 1,0 \cdot 0,98}{2 \cdot 3,53 \cdot 0,98} + 0,18 \cdot 3,53^2 = 301,0 \text{ Н.}$$

Тиск на вали визначаємо за формулою

$$F_\theta = 2 \cdot F_o \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}. \quad (4.38)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$F_\theta = 2 \cdot 301,0 \cdot 2 \cdot \sin \frac{175}{2} = 1191,96 \text{ Н.}$$

Ширину шківів визначаємо за формулою:

$$B_m = (z - 1) \cdot e + 2 \cdot f, \quad (4.39)$$

де f – відстань від торця шківа до середини канавки, мм, $f = 14$ мм;

e – крок канавок, мм, $e = 24$ мм [15].

Підставивши дані, отримаємо

$$B_m = (2 - 1) \cdot 24,0 + 2 \cdot 14 = 52 \text{ мм.}$$

Таким чином, для приводу роторів необхідно встановити пасову передачу з двома пасами профілю А, причому середній шків 2 має чотири канавки, оскільки є проміжним між іншими шківками передачі.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Організація робіт по техніці безпеки та охороні праці

Керівництво і відповідальність за організацію роботи з охорони праці в області технічного обслуговування машинно-тракторного парку покладається в господарствах на головного інженера, на пунктах технічного обслуговування, і ділянках на безпосередніх керівників цими підрозділами.

Особи, відповідальні за техніку безпеки в області організації технічного обслуговування (інженери по експлуатації, механік, бригадири, майстри й інші керівники), зобов'язані:

- не допускати перевірку тракторів, комбайнів і самохідних машин, що знаходяться в русі;
- не допускати до роботи на пересувних засобах технічного обслуговування, металообробних верстатах, до електрогазозварювальних, ковальських і інших робіт осіб, що не мають відповідних чи посвідчень інших документів;
- стежити за справним станом пересувних засобів технічного обслуговування й устаткування, що знаходиться на стаціонарному пункті технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорожень і індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпечні умови праці на відповідному ділянці роботи;
- визначати маршрути проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи;
- вимагати дотримання колгоспниками (робітниками) і обличчями, що працюють за трудовим договором чи угодою, правил і інструкцій з техніки безпеки, строго стежити за застосуванням безпечних методів праці і використанням усіх наявних запобіжних і захисних засобів;

Усі робітники, що надходять на роботу, повинні пройти вступний інструктаж, інструктаж на робочому місці, а потім через кожні шістьох місяців роботи періодичний інструктаж. Робітники, зайняті на особливо небезпечних і шкідливих роботах (електрогазозварювальні, ковальські, зарядка акумуляторів і ін.), періодичний інструктаж проходять через три місяці.

Велику роль у зниженні виробничого травматизму грає пропаганда безпечних методів ведення робіт. У зв'язку з цим керівництво пункту технічного обслуговування зобов'язано організувати куточок по техніці безпеки.

Куточок по техніці безпеки організується в спеціальному чи приміщенні безпосередньо в основному відділенні майстерні пункту технічного обслуговування. Ділянка куточка доцільно відокремити декоративною стінкою зі склоблоків висотою приблизно 2,6 м. Куточок повинний відповідати вимогам естетики. Його необхідно постачити аптечкою для надання першої медичної допомоги, столом і стільцями. Тут же повинні бути виставлені зразки захисних окулярів, світлофільтрів, респіраторів і інших індивідуальних засобів захисту. Варто також представити для порівняння справний і несправний інструмент. Тематика ілюстрацій і експозиції стендів повинні відбивати безпечні прийоми праці при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарської техніки, а також спеціальні види робіт, виконувані на пункті технічного обслуговування.

5.2 Загальні вимоги безпеки до тракторів і самохідних сільськогосподарських машин

Загальні вимоги безпеки до тракторів і самохідних сільськогосподарських машин установлені ДСТ12.2.019—76 і Однаковими вимогами до конструкції тракторів і сільськогосподарських машин по безпеці і гігієні праці.

Машини повинні відповідати вимогам ДСТ 12.2.003—74 і бути обладнані: дзеркалами заднього виду, гальмовими сигналами, габаритними

вогнями, передніми і задніми ліхтарями, покажчиками поворотів, двохсвітловими фарами і перемиканням на ближнє і далеке світло, підніжками, поручнями, ручками, якщо робоче місце розташоване на висоті більш 550 мм; постачені футляром для аптечки першої допомоги, термосом для питної води; обладнані кріпленнями засобів пожежегасіння

Кути поперечної статичної стійкості повинні складати не менш 35° для тракторів і 30° для самохідних сільськогосподарських машин. Параметри шуму і вібрації не повинні перевищувати величин, установлених нормами. Рівень звуку в кабінах машин і зовнішнього шуму на відстані 7,5 м не повинний перевищувати 85 дБ. Машини повинні бути обладнані кабінами.

При технічному обслуговуванні й огляді перевіряють стан і надійність кріплень стійок підшипників головного карданного вала, гичкопідйомників, що підкопують лап, вибиральних апаратів, вирівнювачів, що ріжуть апаратів, кришок і корпусів підшипників. Переконуються у відсутності течі олії з коробок вирівнювачів і апаратів, що ріжуть, редукторів і гідравлічної системи.

При необхідності регулюють вузли комбайна і заточують диски ріжучого апарата.

Оглядають, регулюють вузли і механізми в строгій відповідності з правилами технічного обслуговування за бурякозбиральними комбайнами. Особливо звертають увагу на регулювання запобіжних муфт.

При підйомі комбайна за допомогою домкрата треба підкласти під його підставу міцну підставку, до підйому під колеса встановлюють упори.

Робочі органи від бадилля, рослинних залишків і землі очищають тільки чистиком-різаком.

Щоб полегшити умови праці при установці пружин теребильних апаратів, надяганні вибирального ланцюга і виправленню пальців вирівнювачів, застосовують спеціальне пристосування.

Диски ножів, що затупилися, заточують спеціальним пристосуванням, що додається до бурякокомбайна. Заточують при 545 об/хв карданний вал.

Під час чи заточення виправлення дискових ножів забороняється підтримувати пристосування чи руками сторонніми предметами, а також знаходитися на основній рамі бурякокомбайна. При заточенні, а також заправленню бруска заточувального пристосування треба користатися захисними окулярами щоб уникнути влучення абразиву в очі.

Пускати в експлуатацію комбайн, якщо немає огорожувального пристрою карданної передачі і надійної сигналізації, не дозволяється. Тому при огляді потрібно переконатися в їхній наявності і надійності.

Під час перевірки механізмів бурякокомбайна на неодруженому ході не можна стояти біля відкритих передач, а також напроти головного карданного вала. Забороняється знаходитися між трактором і комбайном під час руху.

Відповідальним за техніку безпеки при обслуговуванні буряконавантажувача є тракторист-машиніст.

Перед пуском двигуна трактора треба, щоб важелі розподільного пристрою знаходилися в нейтральному положенні і був виключений центральний редуктор.

Механізм рухливої рамки перевіряють шляхом підйому й опускання її без ривків і ударів у землю.

До обслуговування стендів для обкатування вузлів, агрегатів і машин допускаються обличчя, яким виповнилося 18 років, що пройшли медогляд, навчання, інструктаж з техніки безпеки і які мають кваліфікаційне посвідчення.

Іспити й обкатування машин і вузлів, що створюють шуми і шкідливі речовини, що виділяють, необхідно проводити в ізольованих від інших цехів приміщеннях, у яких мається дистанційне керування випробовуваними машинами.

Стенди для обкатування двигунів повинні мати автоматичні пристрої, що виключають можливість перевищення припустимих частот обертання вала двигуна.

Безпека іспиту двигунів, коробка передач, задніх мостів і інших вузлів полягає в міцному кріпленні їх на стендах, надійному з'єднанні обертових і частин, що рухаються; у наявності захисних кожухів на сполучних муфтах, огорожень на приводних органах.

5.3 Правила техніки безпеки при збиранні буряків

Безпеку процесу збирання буряків забезпечує виконання передбачених заходів.

Машини при підготовці до роботи повинні бути повністю укомплектовані та відрегульовані, обладнані необхідними пристроями та захисним огороженням.

Технічний стан машини перевіряють відповідно до вимог нормативно-технічних документів. Агрегатувати сільськогосподарські машини необхідно з тими тракторами, які рекомендовані заводом-виробником. Для виконання робіт машинно-тракторними агрегатами поле необхідно завчасно підготувати: видалити велике каміння, засипати рови, яри і ями, позначити віхами не видалені і не ліквідовані перешкоди. До того ж поле повинно бути розміщене відповідно до вимог технологічних карт на виконання відповідних робіт.

При зрізуванні гички, доочищенні головок буряків та викопувальних роботах рух начіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання сигналу-відповіді від старшого на причіпному агрегаті.

Періодично протягом робочого дня слід очищати робочі органи від ґрунту рослинних решток та інших сторонніх предметів і усувати виявлені несправності після повної зупинки агрегату.

Далі в роботі буде зазначено як запобігти вказаних ушкоджень та які правила техніки безпеки застосовуються при підготовці до посівів буряків.

При внесенні органічних добрив роторними розкидачами перед початком роботи, насамперед, перевіряють затягування запобіжної муфти. Вона повинна забезпечити передачу потужності не більше, ніж 9,25 кВт.

Під час роботи розкидача забороняється знаходитись в площині обертання роторів на відстані менше, ніж 50м від агрегату. При вивезенні добрив в поле слід стежити, щоб в добривах не було каміння , кусків металу, дерева, які можуть призвести до пошкодження роторів.

Перед початком роботи з ґрунтообробним знаряддям перевіряють справність і укомплектованість агрегату. На робочому місці обслуговуючого персоналу повинно бути сидіння з запобіжним поясом, підніжна дошка, або упор для ніг.

Важелі керування начіпною машиною повинні мати справні і надійні фіксатори. Керування причіпним плугом повинно здійснюватися з кабіни трактора.

Робочі органи фрез і ротаційних культиваторів обмежують захисними кожухами.

Робітників, які обслуговують ґрунтообробні машини забезпечують засобами індивідуального захисту, чистиками та лопатками для очищення робочих органів.

Очищення робочих органів повинно відбуватись тільки при повній зупинці агрегатів.

Перед поворотом агрегату робочі органи піднімають, а поворот виконують на малих швидкостях.

Забороняється здавати назад при неповністю піднятих у транспортне положення робочих органах, а також транспортування агрегатів в темну пору доби.

Господарство повинно мати санітарний паспорт па право одержання і зберігання пестицидів; довідку, яка підтверджує, що у господарства є підготовлений персонал для виконання відповідних робіт; спецодяг та інші необхідні засоби захисту, спеціальна техніка і транспортні засоби; інструкції і план заходів щодо створення і забезпечення здорових умов праці при всіх технологічних процесах

застосування пестицидів.

Санітарні правила зберігання і застосування пестицидів здійснюється під суровим наглядом місцевої санітарно-епідеміологічної станції.

Мінеральні добрива потрібно вивозити до місця застосування на транспорті з добре ущільненим кузовом, який вкритий брезентом.

Забороняється сумісне перевезення мінеральних добрив із аміачною селітрою. Санітарні правила зберігання, транспортування та застосування мінеральних добрив у сільському господарстві - № 1049-73. ДНАОП 0.03-1.08-73

Забороняється перевезення людей в транспортних засобах одночасно з мінеральними добривами. При протруюванні насіння, висіванні та догляду за посівами, потрібно досягати максимальної безпеки для обслуговуючого персоналу та проживаючого навколо місця проведення робіт з отрутохімікатами населення.

Відповідальні за техніку безпеки не повинні допускати обслуговуючий персонал до робіт з пестицидами та мінеральними добривами без засобів індивідуального захисту.

При виробництві цукрових буряків для транспортування гички та коренів використовують різні за конструкцією та призначенням машини та агрегати. В більшості випадків вони самохідні або причіпні, агрегуються з трактором.

Технічний стан машин, порядок їх експлуатації повинні відповідати вимогам інструкцій до конкретних машин і відповідати вимогам існуючих стандартів.

До початку сільськогосподарських робіт всі механізатори і обслуговуючий персонал повинні пройти інструктаж. В період виконання робіт їх повинні забезпечити спецодягом, спецвзуттям і необхідними засобами індивідуального захисту.

Особи, допущені до роботи на машинах, повинні мати відповідні посвідчення на право керування ними. До механізованих робіт, особи,

молодші 17 років, допускаються лише з наставниками. Поле для роботи машинно-транспортних агрегатів завчасно підготовляють: прибирають каміння, засипають ями, а біля зліквідованих встановлюють добре розпізнавані знаки безпеки. Таким же чином позначають небезпечні ділянки, фішки також встановлюють на відстані, яка дорівнює ширині поворотної смуги агрегату від краю великих каменів, небезпечних розмитих ділянок, урвищ, та інших неліквідованих перешкод. Проводять контрольні борозни, відбивають поворотні смуги, позначають місця відпочинку.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Як показує практика і досвід профільних заводів і конструкторських бюро, від розробки до впровадження у виробництво нових робочих органів бурякозбиральних машин проходить від 3 до 5 і більше років. Це пов'язано з тим, що сезон збиральних робіт досить короткий – 1–1,5 місяців в рік. За цей короткий строк польових випробувань експериментальних робочих органів неможливо випробувати їх на всіх режимах, виявити недоліки, усунути шляхом виготовлення нових удосконалених вузлів і деталей і знову провести польові випробування.

Як правило, польові випробування проводяться бригадою фахівців в кількості 7–12 осіб – це механізatori, лаборанти, техніки, наукові співробітники. Прямі експлуатаційні затрати при цьому складаються із зарплати фахівців C_z , затрат на ремонт C_p , амортизаційні відрахування C_A і затрат на паливо і мастильні матеріали $C_{пмм}$:

$$C = C_z + C_p + C_A + C_{пмм} \quad (6.1)$$

Розрахунки проведемо при умові тривалості польових випробувань один місяць бригадою випробувальників в кількості 10 осіб. Оклади працівників, задіяних у випробуваннях, різні - з врахуванням мінімальної заробітної плати 8000 грн/місяць (лаборанти, техніки, механізatori) до 15000 грн/місяць (конструктори, наукові співробітники). В середньому затрати на заробітну плату за цей місяць будуть становити:

$$C_z = C_{zc} \cdot n, \quad (6.2)$$

де C_{zc} – середня зарплата одного працівника,

n - кількість працівників в бригаді випробувальників.

$$C_z = 11500 \cdot 10 = 115000 \text{ грн/місяць.}$$

Затрати на ремонт машин розраховуються за формулою:

$$C_p = \frac{\alpha_{\text{рм}} \cdot B_m}{100 \cdot t_m}, \quad (6.3)$$

де $\alpha_{\text{рм}}$ – норма річних відрахувань на ремонт від балансової вартості сільськогосподарської машини %;

B_m – балансова вартість машини, грн.;

t_m – нормативне річне завантаження машини, год.

$$C_p = \frac{14 \cdot 490000}{100 \cdot 210} = 327 \text{ грн/місяць.}$$

Відрахування на реновацію C_A обчислюється за аналогічною формулою. Оскільки коефіцієнт відрахувань приймаємо такий же, то і значення відрахувань будуть такими ж.

Затрати на паливо-мастильні матеріали визначимо за формулою:

$$C_{\text{ПММ}} = q \cdot Ц_{\text{п}}, \quad (6.4)$$

де q – витрати палива, л/місяць;

$Ц_{\text{п}}$ – комплексна ціна 1 л палива, грн.

З врахуванням ринкових цін на ПММ приймаємо комплексну ціну 59,8 грн/л. Тоді

$$C_{\text{ПММ}} = 500 \cdot 59,8 = 29900 \text{ грн/місяць.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при випробуванні експериментальної машини за рік становлять:

$$C = 115000 + 327 + 327 + 29900 = 145554 \text{ грн.}$$

При випробуванні машини протягом п'яти років прямі затрати становитимуть:

$$C_{\text{п}} = 145554 \cdot 5 = 727770 \text{ грн.}$$

Застосування розробленого стенда може зменшити строки випробування як мінімум вдвічі. Адже розроблені робочі органи можуть випробовуватись круглий рік на макетах коренеплодів і на різних режимах. І на польові випробування практично будуть направлені майже повністю оптимізовані робочі органи з конкретними параметрами і режимом роботи. Таким чином, економічний ефект від застосування стенда буде становити:

$$E = \frac{727770}{2} = 363885 \text{ грн.}$$

Використання розробленого стенда дозволяє прискорити випробування експериментальних робочих органів і скоротити строки впровадження нових машин у виробництво.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз технологій і машин для збирання буряків показав, що на сьогодні розроблено і використовуються різні технології і комплекси машин вибір яких залежить від умов господарювання, площі вирощування, відстані до приймальних пунктів сировини і т. ін. А також від можливостей фінансового забезпечення господарства.

2. Існуюча бурякозбиральна техніка для видалення гички має високі технологічні і економічні показники. Поруч із традиційними різальними апаратами з копіюванням головок коренеплодів все частіше використовуються еластичні робочі органи, які оббивають як залишки гички, так і всю гичку з коренеплодів, яка при цьому подрібнюється і залишається на полі в якості зелених добрив.

3. Розроблена конструкція стенда для дослідження і випробування робочих органів гичкозбиральних машин дозволяє в деякій мірі імітувати виробничі умови і проводити дослідження, які дозволяють прискорити процес оптимізації параметрів і режиму роботи експериментальних робочих органів.

4. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів перед початком збиральних робіт і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій збирання буряка.

5. Економічний ефект від застосування розробленого стенда становить 363885 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Несмачна М. Цукрові буряки та збільшення площ під ними в 2023: чи залишиться культура у фаворитах? – 13 жовтня 2023. // <https://superagronom.com/articles/683-tsukrovi-buryaki-ta-zbilshennya-plosch-pid-nimi-v-2023-chi-zalishitsya-kultura-u-favoritah>.
2. Маковей Ю. Як виростити та скільки можна заробити на цукровому буряку — дайджест 25 січня 2024р.- <https://kurkul.com/spetsproekty/1543-yak-virostiti-ta-skilki-mojna-zarobiti-na-tsukrovomu-buryaku--daydjest>.
3. Цукровий буряк: посів, врожайність, сорти та хвороби. - 21 Листопада, 2024-<https://weagro.com.ua/blog/czukrovuj-buryak-posiv-vrozhajnist-sorty-ta-hvoroby/>
4. Войтюк П. Машины для збирання цукрових буряків: конструкції та сучасні вимоги. - 05.06.2008. - Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу// <https://propozitsiya.com/ua/mashini-dlya-zbirannya-cukrovih-buryakiv-konstrukciyi-ta-suchasni-vimogi>
5. Котович Х. Трудомісткий процес збирання цукрових буряків: яку техніку обрати? - 18.11.2023. - <https://agroelita.info/trudomistkyu-protses-zbirannya-tsukrovikh-buriakiv-iaku-tehniku-obraty/>
6. Тенденції в технології збирання цукрових буряків. - 26 серпня 2021. - <http://ukrsugar.com/uk/post/tendencii-v-tehnologii-zbiranna-cukrovih-burakiv>
7. Котович Х. Техніка для збирання цукрових буряків. 21.11.2022// <https://agroelita.info/tehnika-dlia-zbyrannya-tsukrovikh-buriakiv/>
8. Ривлін В.А., Чернявський С.В., Кравченко А.С. і ін. Очисник головок коренеплодів буряку і міжрядь. Авт. свід. на винахід №686658. – 25.09.79. – Бюл. №35. 14.09.77.
9. Гурченко О.П., Карпов В.Г., Юркевич В.В., Павлов Я.А. і ін. Очисник рядків коренеплодів і міжрядь від рослинних залишків. Авт. свід. на винахід №1044236. – 30.09.83. – Бюл. №36. 30.09.83.

10. Гурченко О.П., Барановський В.М., Булгаков В.М. і ін. Очисник коренеплодів. Авт. свід. на винахід №1831249. – Бюл. №28. 30.07.93.
11. Данильченко М.Г., Гевко Р.Б., Козіброда Я.І., Павлов Я.А., Мартиненко В.А., Дудка В.В., Новиков В.І. Очисник коренеплодів від гички на корню. – А.С. №1701152. – Бюл. №48, 30.12.91.
12. Бабко І.П., Мишин М.А., Долбієв І.С., Смакоуз Г.М. і ін. Очисник головок коренеплодів від гички на корню. Авт. свід. на винахід №1782409. – 23.12.92. – Бюл. №47.23.12.92.
13. Кобець А.С., Генщук Д.М. очисник коренеплодів від гички на корню. – А.С. №1568927. – Бюл. №21. 07.06.90.
14. Кобець А.С., Буря О.І., Павлов Я.А., Козіброда Я.І. і ін. Пристрій для видалення гички. – А.С. №1727637. – Бюл. №15. – 23.04.92.
15. Гевко Б.М., Гевко Р.Б., Данильченко М.Г., Мартиненко В.А., Павлов Я.А., Козіброда Я.І., Кобець А.С. Очисник головок коренеплодів від гички на корню. – А.С. №1727634. – Бюл. №15. 23.04.92.
16. Кобець А.С., Кобець О.М., Буря О.І., Шемавньов В.І., Колбасін О.О. Стенд для дослідження гичковідділяючих робочих органів збиральних машин. – Патент України на винахід № 12491 А.- Бюл. №1. – 28.02.97.
17. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
18. Кобець А.С., Іщенко Т.Д, Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
19. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
20. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973 р. – 672 с.

21. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.

22. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

23. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

24. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві. – К.: „Вища школа”, 1995, с 236.

25. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

26. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

27. Отченаш В.А. Ефективність вирощування цукрових буряків та цукру в Україні// Ефективна економіка. - №11, 2012.

28. Бондар В. Про прибутковість вирощування цукрових буряків// Агробізнес сьогодні. - №4 (203), лютий 2011.

29. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.