

**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 проекту  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ  
КОРМОВИХ КОРЕНЕПЛОДІВ З РОЗРОБКОЮ ОЧИСНИКА  
ГИЧКИ**

**Виконав:** студент групи МСз-1-20

\_\_\_\_\_ Бублик Олександр Сергійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кобець Анатолій Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2023

## АНОТАЦІЯ

Бублик О.С.. Удосконалення процесу механізації збирання кормових коренеплодів з розробкою очисника гички/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 62 с.

В проекті представлено основні сорти і фізико-механічні характеристики кормових буряків і аналіз технологій і машин для їх збирання, а також агротехнічні вимоги до виконання цього процесу.

Розроблена конструкція і проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи очисника гички кормових буряків. Визначено основні технологічні показники при застосуванні розробленої машини на збиранні врожаю. Приведені заходи по охороні праці.

Розрахунки економічної ефективності показали, що економічний ефект від використання розробок становить 4108,13 грн/га, а затрати праці зменшуються на 92,07 люд.год./га.

Ключові слова: кормовий буряк, гичка, машини для збирання, характеристики, параметри, режим роботи, продуктивність, економічний ефект.

## З М І С Т

В С Т У П. ....	6
1 ОСНОВНІ СОРТИ КОРМОВИХ БУРЯКІВ І ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ. . .	8
2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРМОВИХ БУРЯКІВ. ....	11
2.1 Технології збирання кормових коренеплодів. ....	11
2.2 Літературний і патентний аналіз механізмів для видалення гички. . . .	18
3 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ЗБИРАННЯ КОРМОВОГО БУРЯКУ. . .	28
4 ОСОБЛИВОСТІ СХЕМИ РОЗРОБЛЕНОГО ОЧИСНИКА . . . . .	32
5 ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РОБОТИ ОЧИСНИКА ГИЧКИ. ....	34
5.1 Обґрунтування параметрів. ....	34
5.2 Розрахунок приводу вала очисника. ....	40
6 ОХОРОНА ПРАЦІ. ....	46
6.1 Вимоги з безпеки праці при роботі агрегату. ....	46
6.2 Розробка конструкції захисних кожухів. ....	48
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ. ....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. ....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. ....	60
Д О Д А Т К И. ....	63

## ВСТУП

До початку широкомасштабної війни, яку розпочала росія, для виробництва необхідної кількості тваринницької продукції Україні потрібно було близько 120 млн. т кормових одиниць або 250 млн. т кормів у натурі на рік, тобто у 6-8 разів більше валових зборів зерна [1]. Тобто половина затрат у сільському господарстві йшло на виробництво кормів. Вони є однією з головних причин низької забезпеченості кормами, яких в останні роки заготовляли 60-70 % від потреби, причому досить низької якості. В результаті продуктивність тварин у 2-3 рази була менша, ніж у розвинутих країнах.

З початком війни зростання цін і дефіцит енергоресурсів, мінеральних добрив, засобів захисту рослин, зменшення людських ресурсів у сільськогосподарському виробництві, порушення логістики ускладнюють виробництво сільськогосподарської продукції і в тому числі і кормів [2, 3, 4].

Певні кроки для підвищення продовольчої безпеки країни урядом зроблено. Окрім цього, самим виробникам слід направити зусилля на оптимізацію виробництва при зменшенні затратної частини технологічного процесу і збереженні чи навіть збільшенні сільськогосподарської продукції.

Кормові буряки багаті на легкозасвоювані вуглеводи, пектинові речовини, вітаміни та мінеральні солі, які сприяють підвищенню продуктивності сільськогосподарських тварин [5]. Цінність кормових буряків особливо велика в зимовий період, коли основу раціону тварин складають сухі та консервовані корми, бідні на вітаміни та мінеральні солі.

Кожне фермерське чи приватне господарство, яке має на утриманні тварин (велику рогату худобу, свині, коні) вирощує й згодовує кормові буряки. Це високоврожайна культура – 800-1000 ц/га, яка має 13-14% сухих речовин.

Посіви цієї важливої кормової культури не розширюються в зв'язку з низьким рівнем механізації процесу вирощування і особливо збирання. Тоді як для збирання цукрових буряків розроблено різні варіанти збиральної

техніки, яка дозволяє отримати необхідні показники якості, то для кормових буряків збиральної техніки розроблено недостатня кількість.

В господарствах процес вирощування кормових буряків механізовано на 60 – 75%. Вручну ще проводиться операція по формуванні густоти рослин, а також окремі операції по збиранні урожаю.

Хоч цукровий і кормовий буряк і відноситься до однієї родини, але завдяки різному напрямку багаторічної селекційної роботи цукровий і кормовий буряк значно відрізняються своїми фізико-механічними характеристиками. І застосувати одну і ту ж збиральну техніку для цих культур не можна – не забезпечується необхідна якість збирання.

Зокрема, для збирання гички кормових буряків не можна використовувати машини для збирання гички цукрових буряків тому, що кормові коренеплоди мають невелику силу зв'язку з ґрунтом, великі відхилення головок коренеплодів над поверхнею ґрунту, нижчі характеристики міцності і ін.

В зв'язку з високим рівнем варіації розмірних і інших фізико-механічних характеристик процес очищення гички і збирання коренеплодів в більшості господарств виконується вручну, так як застосування існуючих машин для збирання цукрових коренеплодів неможливе із-за непристосованості їх робочих органів до умов збирання кормових буряків.

Метою даної роботи є удосконалення механізації збирання кормових буряків і розробка машини для видалення гички, що дасть можливість підвищити показники якості збиральних робіт і зменшити затрати праці.

## 1 ОСНОВНІ СОРТИ КОРМОВИХ БУРЯКІВ І ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Кормові буряки є основою соковитих вітамінних кормів в Україні. Введення їх у раціон дає можливість збалансувати корми за вмістом вуглеводів, ферментів, вітамінів, макро– і мікроелементів, які легко засвоюються організмом тварин, поліпшують апетит, сприяють травленню грубих кормів. Кормові буряки – потенційно високоврожайна культура.

За даними Інституту землеробства УААН буряки забезпечують найбільший вихід кормових одиниць – 109,6 ц/га, що значно більше, ніж дає кукурудза на силос (75 ц/га) і багаторічні трави 1-3-го року (75 ц/га) [3].

Останнім часом посівні площі кормових буряків набагато зменшилися – з 600 тис. га до 30 тис. га. і продовжують зменшуватися. Причиною цього є не тільки кризова ситуація в економіці, а й дуже висока собівартість коренеплодів. Лєвова частка затрат на вирощування коренеплодів кормових буряків йде на такі елементи технології, як проривка і збирання врожаю.

Різно зменшити затрати праці на цих операціях дозволяють однонасінні сорти кормових буряків (Донор, Київський, Панфільський, Тимірязєвський-87, Уманський напівцукровий, Центаур), розмноження і насінництво яких організовано на Україні.

Але поруч із цими сортами в Україні ще висівають і традиційні районовані багаторосткові сорти кормових буряків, які дають високий урожай але потребують більших затрат праці на формуванні густоти (так як є багаторостковими) і на збиранні (так як відрізняються високим ступенем варіації розмірних і масових характеристик). Це такі сорти, як Екендорфський жовтий (табл. 1.1), Урсус і ін.

Сорт Полтавський напівцукровий за морфологічними параметрами наближається до цукрового. Коренеплід у нього – цукрового типу конічний або видовжено-конічний з двома менше, ніж у цукрового буряка, позначеними

поздовжніми борозенками. Довжина його становить 25-30, товщина – 8-10 см. Головка – видовжено-округла, виступає над поверхнею ґрунту до 5 см [4]. Поверхня коренеплоду гладенька, м'якуш твердий, білий. Більша частина коренеплоду розміщена у ґрунті. У зв'язку з низьким розміщенням головки над поверхнею ґрунту і незначним відхиленням її від лінії рядка сорт придатний для механізованого збирання звичайними бурякозбиральними комбайнами.

Сорт високоврожайний. У порівняльних сортовипробуваннях він забезпечив 856 ц/га коренеплодів та 161,9 ц/га сухих речовин. За врожайністю коренеплодів цей сорт майже не поступався стандарту – сорту Тімірязєвський 56 (94,8%), а за виходом сухих речовин навіть переважав його – на 52,2%.

Таблиця 1.1 - Основні розмірні характеристики цукрових і кормових (сорт Екендорфський жовтий) коренеплодів

Назва показників	Цукровий буряк	Кормовий буряк
Довжина коренеплоду, мм	220	100 - 320
Діаметр коренеплоду, мм	80	70 – 210
Довжина гички, мм	300 -400	250 – 300
Діаметр пучка гички, мм	50 - 60	40 – 60
Відстань між коренеплодами в рядку, мм	200 - 300	150 – 560
Висота головки коренеплоду над поверхнею ґрунту, мм	± 15 – 20*	20 – 210
Відхилення від осьової лінії рядка, мм	0 - 50	0 – 160
Маса коренеплоду, кг	0,4 – 0,6	0,3 – 4,5
Маса гички, кг	0,3 – 0,5	0,15 – 0,4
* Примітка. В цукрових буряків головка коренеплоду може бути вище або нижче поверхні ґрунту.		

Сорт Полтавський 71 – типовий представник кормового буряка. Форма коренеплоду у нього овально-веретеноподібна або веретеноподібно-конічна з

двома ледь помітними, злегка спіралеподібними борозенками, які починаються від середини коренеплоду або навіть нижче. За нормальних умов розвитку довжина коренеплоду досягає 45-50, а товщина – 15-18 см. Дві третини або половина коренеплоду заглиблена в ґрунт. Він легко виривається з ґрунту вручну, придатний до механізованого збирання з ручним доочищенням. Поверхня коренеплоду гладенька. Головка округла або злегка видовжено-округла. М'якуш білий, соковитий та відносно м'який.

Сорт високоврожайний. У середньому за 9 років станційного випробування одержано 684 ц/га коренеплодів при врожайності стандарту – сорт Полтавський білий – 538 ц/га. Вихід сухих речовин становив відповідно 87,6 і 73,7 ц/га. Приріст урожаю коренеплодів і виходу сухих речовин становив 27,2 і 18,9%. За даними Державного сортовипробування України урожайність його коренеплодів коливається у межах 538 – 1860 ц/га [4].



## 2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРМОВИХ БУРЯКІВ

### 2.1 Технології збирання кормових коренеплодів

Інтенсивні технології вирощування кормових буряків забезпечують одержання високих врожаїв ( 600–800 ц/га ) при затратах праці більше 400 люд.-год. на гектар. При цьому 50–70% затрат праці припадає на збирання коренеплодів і закладання їх на зберігання [3, 4].

Крім того, недостатня кількість робочої сили і низький рівень механізації часто примушують починати збирання і кагатування буряків передчасно – в кінці вересня – на початку жовтня, що, як свідчать дані дослідів і практика господарств, негативно позначається на зберіганні коренеплодів і врожаї насіння.

В Україні довгий час загальноприйнятою технологією збирання кормових буряків було підкопування коренеплодів бурякопіднімачами с наступним ручним вибиранням та очищенням. Пізніше була розроблена технологія і створені машини, що давали можливість повністю механізувати процес збирання та закладання на зберігання. Основною машиною комплексу був бурякозбиральний комбайн брального типу. Низькі якісні показники роботи та продуктивність такої машини привели до розробки технології та засобів механізації для роздільного збирання кормових коренеплодів. В наш час роздільний спосіб збирання кормових коренеплодів є основним.

Роздільний спосіб збирання передбачає видалення гички за 1–2 дні до збирання, а також підкопування і очищення коренеплодів з допомогою коренезбиральних машин.

Широкого використання для збирання кормових буряків набула машина ККГ-1,4 (рис. 2.1). Підкопування і вибирання коренеплодів з ґрунту виконується за допомогою встановленого механізму грохота леміша і

вижимних вилок 1, встановлених в передній частині рами 2. Сепарація ґрунту і домішок передбачена на решетах грохотів, які коливаються і приводяться в рух від ексцентрикових валів приводу коробів 3.

Машина значно зменшує затрати праці. Але для вильчастих копачів характерна низька експлуатаційна надійність на вологих ґрунтах і забур'яненних полях. Заміна копачів на ножі (аналогічні конструкції машин КТН-2Б) приводить до збільшення енергоємності процесу і збільшенню маси ґрунту і домішок в воросі.

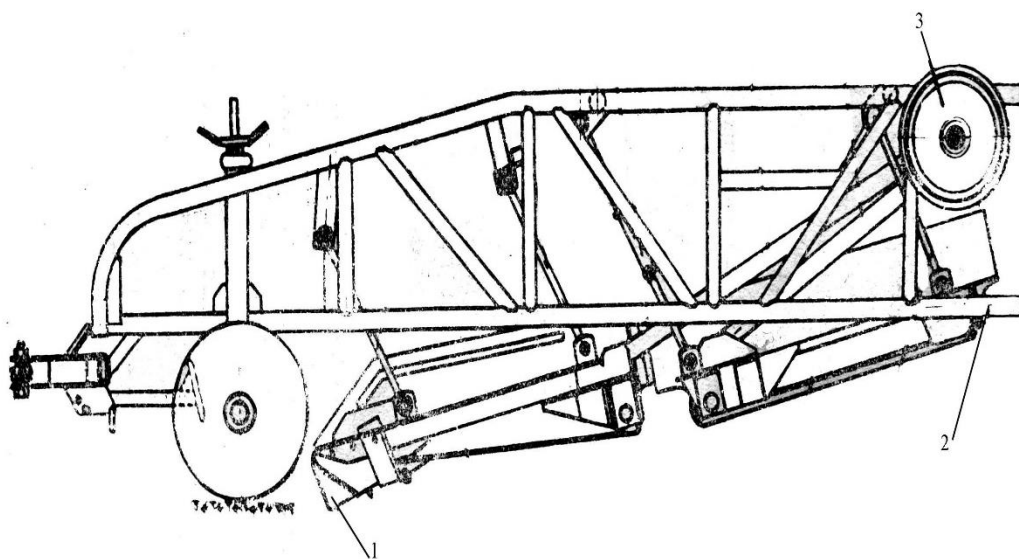


Рисунок 2.1 - Механізм грохоту машини ККГ-1,4:

1 - леміш с вижимними вилками, 2 - рама, 3 - привід

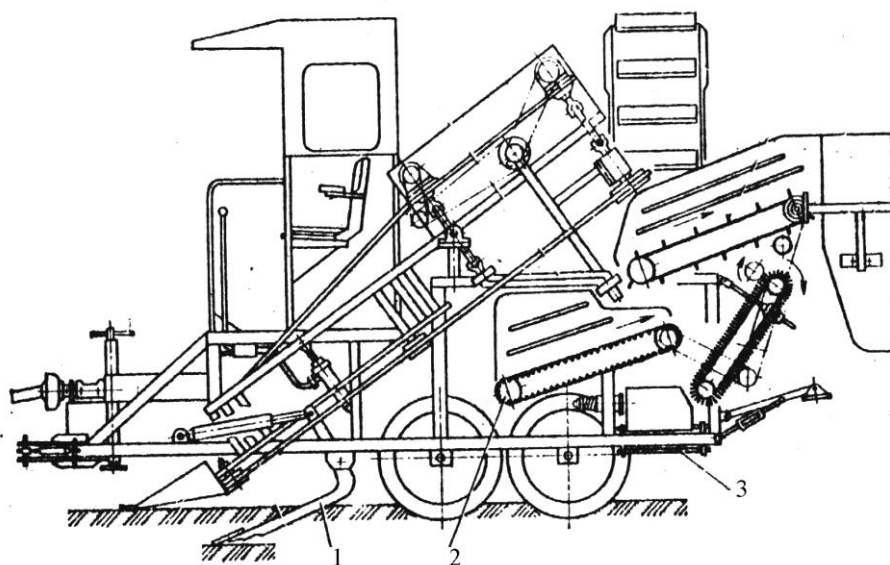


Рисунок 2.2 - Схема машини ММТ-1: 1 – підкопувальний пристрій; 2, 3 – поздовжній і поперечний сепарувальні елеватори

В деяких господарствах на збиранні кормових буряків використовується однорядна машина ММТ-1 (рис. 2.2), або дворядна машина Е-825 (рис. 2.4).

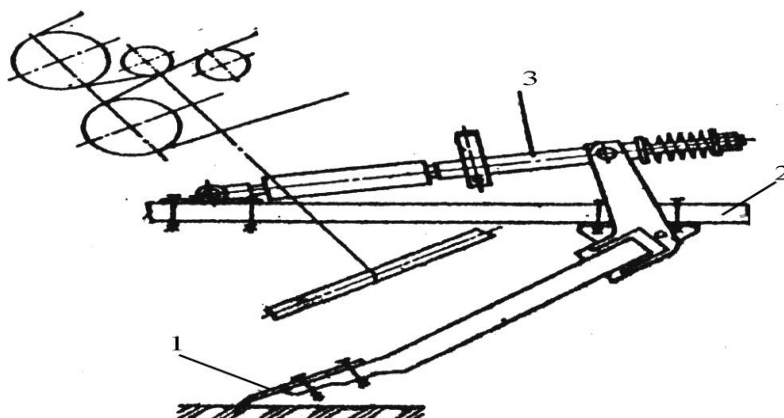
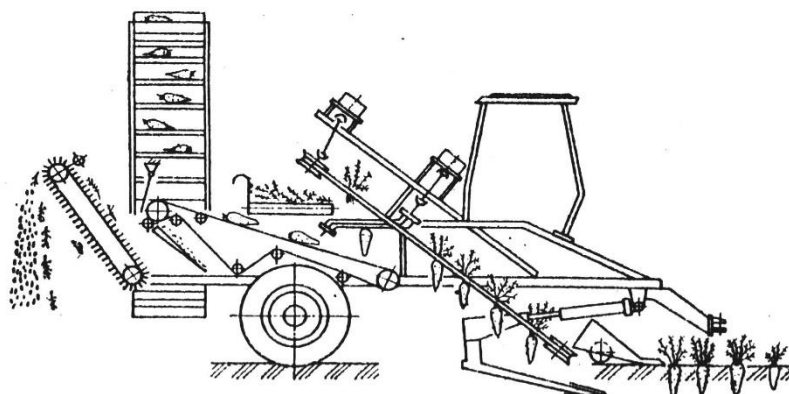
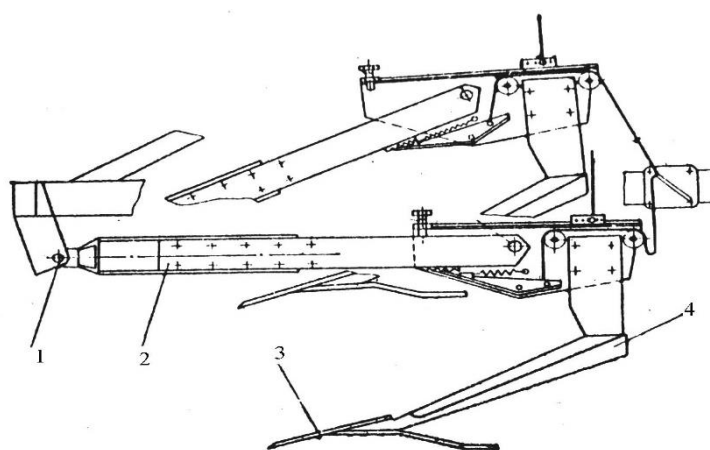


Рисунок 2.3 - Підкопувальний пристрій машин ЕМ-11 и ММТ-1:  
1 - леміш, 2 – рама, 3 – гідроциліндр регулювання глибини підкопування



а



б

Рисунок 2.4 - Пристрій “плаваючого” копача машини Е-825:  
а- схема машини; б- компоновка викопувального робочого органа:  
1 – вісь повороту; 2 – лонжерон; 3 – леміш; 4 – стояк

Особливістю цих машин є використання вибирального апарату, що не забезпечує необхідної якості роботи.

Збирання гички в технології вирощування кормових буряків є однією з відповідальних операцій від якості проведення якої залежать як якісні показники роботи коренезбиральних машин, так і можливість зберігання коренеплодів протягом деякого часу.

Для збирання гички цукрових буряків в наш час існують досить надійні, високопродуктивні машини, що забезпечують якісне виконання операції. Це такі машини як БМ–6Б, МБК-2,7, МБП–6, ОГД–6А виробництва України, а також гичкозбиральні модулі, що входять до складу коренезбиральних комбайнів фірм Matrot, Morean ( Франція ), Kleine, Soll (Німеччина), Tim (Данія) та ін. Використання цих машин для збирання гички кормових буряків практично неможливе у зв'язку з тим, що біологічні і фізико–механічні властивості їх відрізняються від аналогічних властивостей цукрового буряку.

Крім цього для забезпечення якісної роботи збиральних машин при видаленні гички, кормові коренеплоди не повинні втрачати зв'язок з ґрунтом (завалюватися).

На сучасному етапі механізації збирання гички кормових коренеплодів можна виділити дві основні технології:

1. Збирання гички з наступними завантаженнями в транспортний засіб і використанням її для згодовування тваринам.
2. Збирання гички с одночасним подрібненням та розсіюванням по поверхні поля в якості добрива.

Збирання гички з наступними завантаженням в транспортний засіб і використанням її для згодовування тваринам є традиційною технологією, що використовується в наш час в Україні. Відомо, що гичка цукрових буряків складає по масі 50–70% від маси самих коренеплодів. Для кормових буряків цей показник становить 20–30%. При більш пізніх строках збирання цей показник зменшується в 2–2,5 рази [4]. Зібрана гичка використовується в подальшому для годівлі тварин або силосується.

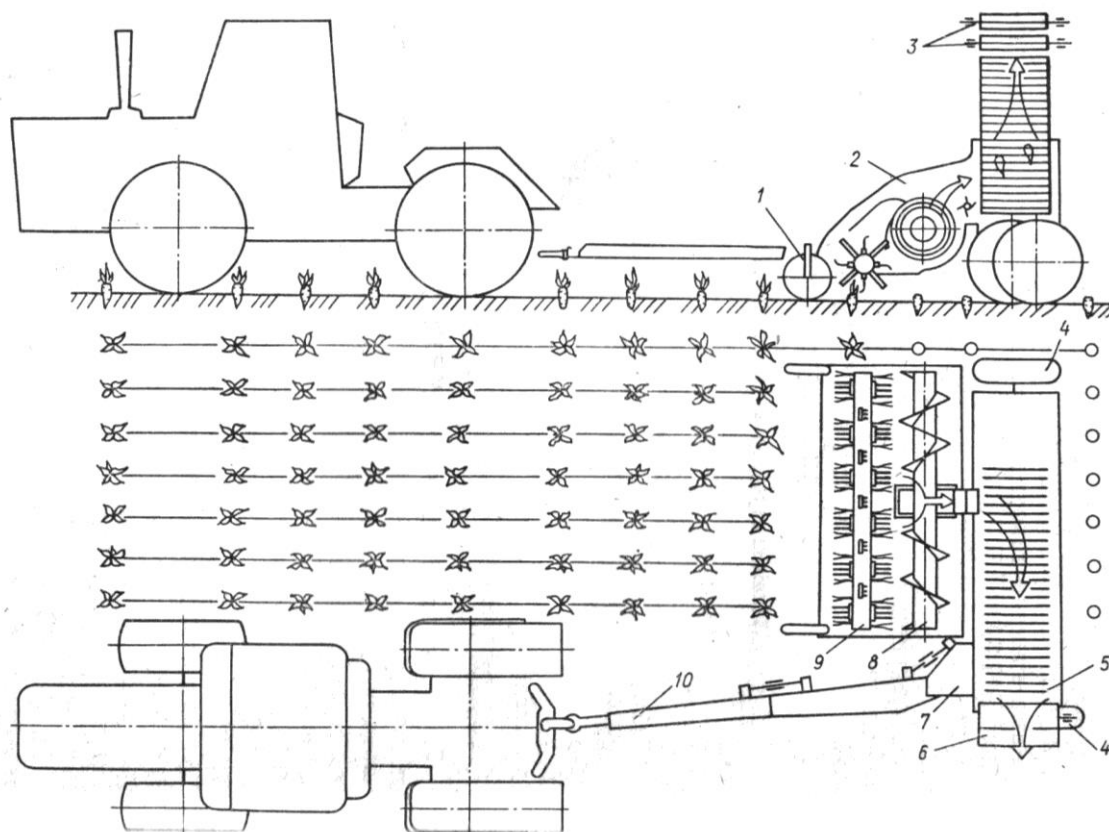


Рисунок 2.5 - Технологічна схема гичкозбиральної машини МБК-2,7:  
 1- копіювальні колеса; 2- гичкозрізувальний апарат; 3- завантажувальні барабани; 4- ходові колеса; 5- завантажувальний транспортер; 6- диффлектор; 7- основна рама; 8- шнек; 9- ротор гичкоріза; 10- сниця.

Рисунок 2.6 – Причіпна гичкозбиральна машина МБП-6

Дана технологія крім того, що дає змогу одержати додаткові корма сприяє не розповсюдженню хвороб гички ( наприклад церкоспорозу ), а також бур'янів. Крім того, поле звільнюється від рослинних решток, що дає змогу якісно провести збирання коренеплодів.

За технологією виконання процесу можливе копіююче та безкопірне видалення гички кормових буряків.

Видалення гички з копіюванням головок коренів дуже широко використовується при збиранні цукрових буряків.

Перевагами цього способу видалення гички є:

1. Якісне очищення коренеплодів від гички при різному положенні останніх відносно поверхні ґрунту.
2. При збиранні гичка не подрібнюється і може бути в подальшому використана, для згодовування тваринам.

До основних недоліків цього способу збирання гички можна віднести:

1. Порівняно низька продуктивність процесу.
2. Складність і матеріаломісткість пристроїв.
3. Вузька спеціалізація машин, що обладнуються копіючими гичкозрізуючими пристроями.

Найбільшого поширення серед машин для збирання гички, що обладнуються копіюючим гичкорізом, набула машина БМ–6Б. Спроба використання цієї машини на збиранні гички кормового буряку показала низьку якість її роботи. При збиранні гички кормових буряків 40–60% коренеплодів мали низький зріз а 6 – 16% коренеплодів було завалено.

В зв'язку з тим, що коренеплоди кормового буряку на 1/2 – 1/3 своєї довжини (в залежності від сорту) знаходяться над поверхнею ґрунту, вони мають порівняно невелику стійкість на завалення. В зв'язку з цим копіювання головок кормових коренеплодів копірами ріжучих апаратів БМ – 6Б неможливе, так як вони завалюють коренеплоди. Для підвищення стійкості коренеплодів кормового буряку в ґрунті перед початком збирання рекомендується проводити підгортання [4]. Використання існуючих

механізмів, що забезпечують зріз гички з копіюванням висоти розташування головок відносно поверхні ґрунту, затримується також високим ступенем варіювання висоти розташування головок відносно поверхні ґрунту. З зв'язку з цим рекомендується: копір ріжучого апарату демонтувати, а ножі встановити по висоті найбільш високо розташованих коренеплодів [11]. Результати випробувань свідчать, що при роботі БМ–6А, налагодженій по даній схемі, на коренеплодах залишалися черешки гички, середня довжина яких складає 60 - 80 мм.[4]. Використання БМ–6А в цьому випадку дозволяє зрізати тільки половину врожаю гички і крім цього 30% зрізаної гички втрачається при передачі її від ножа до приймального транспортера.

При використанні копіюючих ріжучих апаратів на напівцукрових сортах (наприклад Білоруський червоний ) одержано більш якісні показники роботи машини БМ–6А. При збиранні гички з буряку вищезгаданого сорту одержано такі результати: завалених – не більше 2%, коренеплодів, що мають низький зріз – 16%, високий – 14% [4]. Враховуючи досвід використання гичкозбиральної машини БМ–6 при збиранні гички кормових буряків необхідно відмітити досить низькі якісні показники копіюючих гичкоріжучих пристроїв. В зв'язку з цим зараз практично не використовується збирання гички кормових буряків з копіюванням головок коренеплодів.

Безкопірне видалення гички кормових буряків в наш час застосовується в більшості випадків. До переваг цього способу можна віднести:

1. Простота і мала матеріаломісткість машин для виконання процесу при порівняно високій продуктивності.
2. При збиранні гичка не забруднюється ґрунтом, так як гичкозрізуючі робочі органи встановлюються достатньо високо над поверхнею поля.

Недоліками збирання гички без копіювання головок коренеплодів є:

1. Низька якість роботи в зв'язку із зрізом гички по висоті найвище розташованих коренеплодів.

2. При збиранні гичка подрібнюється і втрачає кормову цінність.

Технологія збирання гички з одночасним подрібненням та розсіюванням по поверхні поля отримало широке застосування в країнах Західної Європи. Широке практичне використання знаходять ротори–подрібнювачі, які уявляють собою ротор з горизонтальною віссю обертання і закріпленими шарнірно або жорстко на ньому ножами. При роботі такого пристосування гичка зрізається і одночасно подрібнюється. В зв'язку з цією особливістю роботи зібрана гичка втрачає кормову цінність і використовувати її для силосування недоцільно.

Враховуючи вище перелічені особливості технології, практичне використання її можливе там, де гичка не використовується для годівлі тварин, а також при досить високій культурі землеробства.

В відповідності до розвитку гичкозбиральних машин для цукрового буряку прогнозується також впровадження технології що передбачає вкладання гички у валки, підсихання її протягом деякого часу з наступним підбиранням спеціалізованим технічним засобом – підбирачем–копнувачем, обладнаним бункером об'ємом до 20 – 25 м<sup>3</sup>.

При виборі і впровадженні тієї, чи іншої технології до уваги беруть перш за все наявність технічних засобів, якісні та кількісні характеристики культури, природно–господарчі умови та економічну доцільність.

## 2.2 Літературний і патентний аналіз механізмів для видалення гички

В 80 – 90 р.р. двадцятого століття для збирання гички кормових буряків широко використовувалися роторні косарки–подрібнювачі КІР–1,5 та КІР–1,5Б. При збиранні гички кормових буряків косаркою КІР–1,5 висота зрізу її встановлюється по найвищих коренеплодах, з таким розрахунком, щоб на них залишились черешки листків завдовжки 20–50 мм. [18]. Проведеними дослідженнями встановлено, що після проходу КІР–1,5Б тільки 16% коренеплодів мають нормальний зріз [14]. У 84% коренеплодів довжина



черешків, що залишаються становить від 40 до 140 мм, що складає 49% від врожаю гички.

Для збирання гички із завантаженням в транспортний засіб промисловістю виробляється гичкозбиральна машина МБК–2,7 (рис. 2.5). Основними складовими частинами машини є рама 7, гичкозрізувальний апарат 2, ходові 4 та копіювальні 1 колеса, завантажувальний транспортер 5 і сниця 10 для агрегування з трактором.

Особливістю цієї машини є те, що агрегуємий з нею трактор рухається по зібраному полю, не пошкоджуючи коренеплодів і не зминаючи гички. Зрізання гички на коренеплодах при роботі цієї машини відбувається на одному рівні по висоті становить 0,6–1,65 га/год при робочій швидкості 0,62 – 1,65 м/с.

Однією з умов якісної роботи гичкозбиральної машини є якісна підготовка поля. Це насамперед відсутність яскраво вираженого мікрорельєфу, відсутність сторонніх предметів і т.п.. Як свідчить досвід використання гичкозбиральної машини МБК–2,7 вона має ряд конструктивних недоліків: спосіб закріплення доочищуючих робочих органів (щіток) не забезпечує заданого терміну роботи [15]. Крім цього ці робочі органи, що виготовляються з поліаміду–6, мають велику згинну жорсткість, що приводить до травмування головки коренеплода, а також швидкого спрацювання робочої частини щіток.

Технологія збирання гички з одночасним подрібненням та розсіюванням по поверхні поля отримало широке застосування в країнах Західної Європи. Широке практичне використання знаходять ротори–подрібнювачі, які уявляють собою ротор з горизонтальною віссю обертання і закріпленими шарнірно або жорстко на ньому ножами. При роботі такого пристосування гичка зрізається і одночасно подрібнюється. В зв'язку з цією особливістю роботи зібрана гичка втрачає кормову цінність і використовувати її для силосування недоцільно.

Враховуючи вище перелічені особливості технології, практичне використання її можливе там, де гичка не використовується для годівлі тварин, а також при досить високій культурі землеробства.

Типовою машиною, що використовується при збиранні гички кормових буряків з одночасним подрібненням і розсіюванням по поверхні поля є очисник кормових коренеплодів GC 85 (Carre, Франція), схема роботи якої приведена на рис 2.7.

Очисник кормових коренеплодів призначений для видалення гички без попереднього зрізання з одночасним розсіюванням по зібраній частині поля. Очисник складається з рами 1 на якій змонтовано ротори 2, що обертаються назустріч один одному, опорні колеса 3, кожух – напрямляч 4 та механізм приводу робочих органів. Спосіб агрегування – напівначіпний. Ротори очисника обладнуються еластичними робочими елементами, що виконані з прогумованої стрічки. Закріплені ці елементи жорстко по гвинтовій лінії.

При роботі очисник опирається на опорні колеса 3, з допомогою яких змінюють висоту розташування роторів відносно поверхні ґрунту а також на навіску трактора. Робота очисника відбувається наступним чином. Очисник приводять в дію від ВВП трактора з частотою обертів  $540 \text{ хв}^{-1}$ . При обертанні роторів назустріч один одному, а також поступальному руху машин відбувається видалення гички в результаті ударної та очісуючої дії робочих елементів на коренеплоди. При цьому гичка подрібнюється і завдяки встановленню робочих елементів по гвинтовій лінії, а також устаткуванню очисника кожухом–напрямлячем 4 гичка видаляється за межі зони, що оброблюється, і розсіюється на зібраній частині поля. Ширина захвату машини – 1,5 м (3 рядки при міжрядді 50 см). Необхідна потужність на привод робочих органів – близько 37 кВт, продуктивність – 0,8 – 0,9 га/год.

Ця машина має декілька модифікацій по способу агрегування (передньоначіпна, задньоначіпна), а також може обладнуватися пристроєм для підгортання коренеплодів.

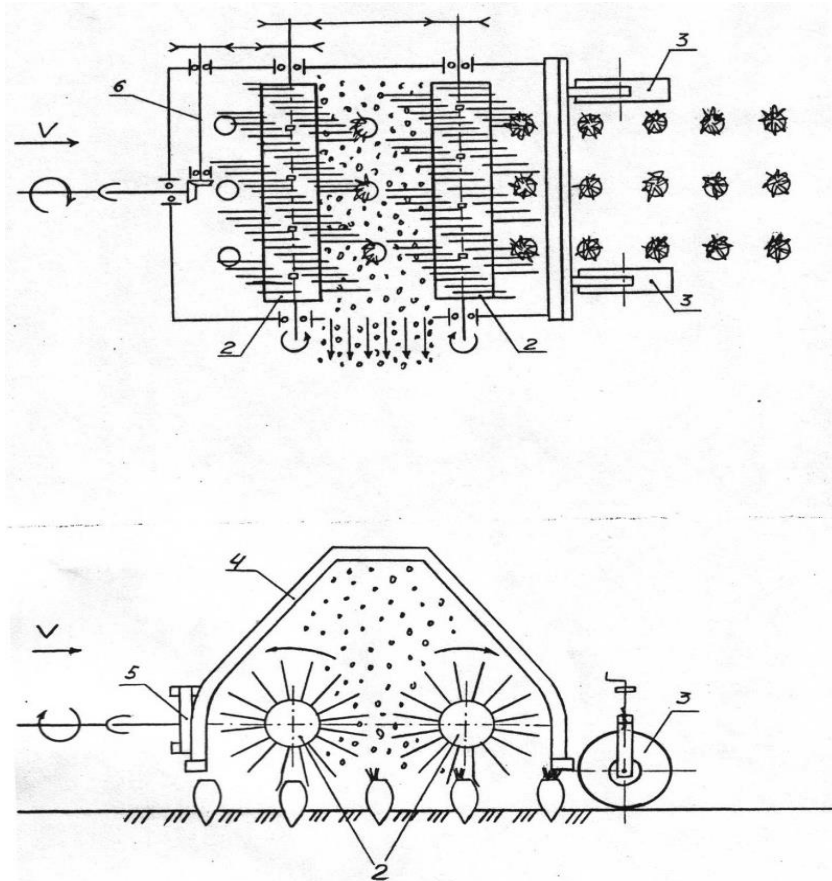


Рисунок 2.7 - Схема технологічного процесу очисника GC85 (Carre, Франція)

1-рама; 2- ротор; 3- опорне колесо; 4- кожух-напрямяч; 5- механізм навіски; 6- привод робочих органів

Порівняно високе значення необхідної потужності для приводу робочих органів пояснюється перш за все тим, що крім основної функції – видалення гички, ротори виконують і додаткову функцію – транспортування гички за межі зони, що оброблюється. При цьому за рахунок обертання плоских робочих елементів створюється повітряний потік, що і приводить до додаткових витрат потужності.

Для очищення кормових коренеплодів від гички запропоновано ряд конструктивних схем, які можна класифікувати на пристрої, що забезпечують необхідну якість очищення з врахуванням біологічних особливостей кормових коренеплодів та на пристрої які забезпечують очищення з одночасним видаленням рослинних решток за межі зони, що обробляється.

Одним із таких пристроїв, який відноситься до першої групи є пристрій для очищення кормових коренеплодів від гички згідно а.с. № 1443841 (рис. 2.8).

З метою підвищення якісних показників роботи очисника та враховуючи те, що кормові коренеплоди мають досить незначні сили зв'язку з ґрунтом, пропонується використовувати на очиснику диски 3 з еластичними елементами 2 які забезпечують підпір коренеплоду з боку міжрядь під час виконання технологічного процесу.

Недоліком розглянутого очисника є висока ймовірність намотування рослинних решток на очисні елементи диска та неможливість роботи при наявності бур'янів в міжряддях.

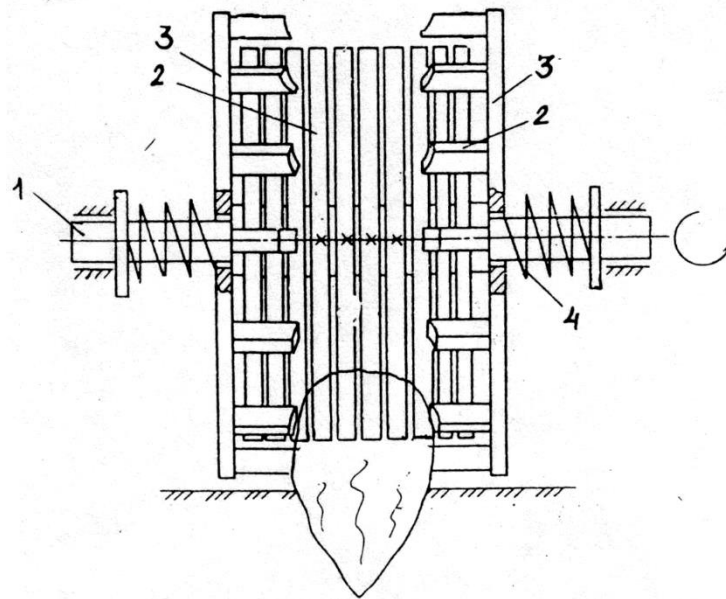


Рисунок 2.8 - Схема очисника коренеплодів згідно а.с. № 1443841:

1- вал; 2 – еластичні елементи; 3 – диск; 4 – пружина.

Для зниження кількості завалених коренеплодів пропонуються також пристрої, що мають еластичні елементи, які підтримують коренеплоди під час дії на них активних робочих органів (рис. 2.9).

Особливістю такого пристрою є те, що очисник обладнується додатковими еластичними площинами 4, які фіксують коренеплід у вертика-

льному положенні під час дії на нього активного робочого органу 3.

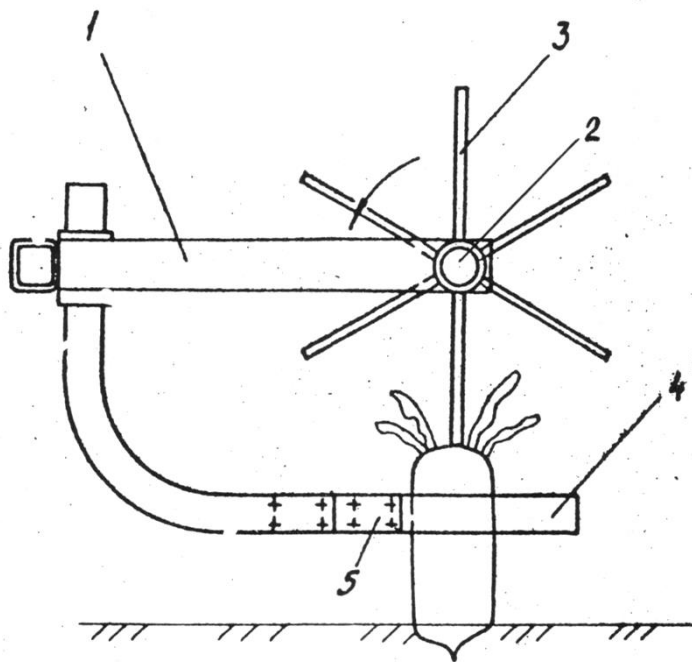


Рисунок 2.9 - Схема очисника коренеплодів згідно а.с. № 1782409:

1- рама; 2- вал; 3- робочий орган; 4- еластична пластина; 5- кроштейн

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

Запропоновано також ряд пристроїв які поєднують дві функції – очисну і транспортуючу. Прикладом такого пристрою є очисник коренеплодів згідно а.с. № 1568927 (рис. 2.10).

Запропонований очисник обладнується двома валами 4 та 5 на яких закріплені еластичні робочі елементи 6. Над робочими органами встановлюється кожух 7, з допомогою якого рослинні рештки направляються до шнека, який видаляє ці рештки за межі зони, що обробляється.

До недоліків запропонованого пристрою необхідно віднести відносну складність конструкції у зв'язку з введенням додаткового робочого органу – шнека для відведення гички за межі зони, що обробляється. Крім цього, робота запропонованого пристрою можлива тільки у випадку відсутності бур'янів у міжряддях коренеплодів.

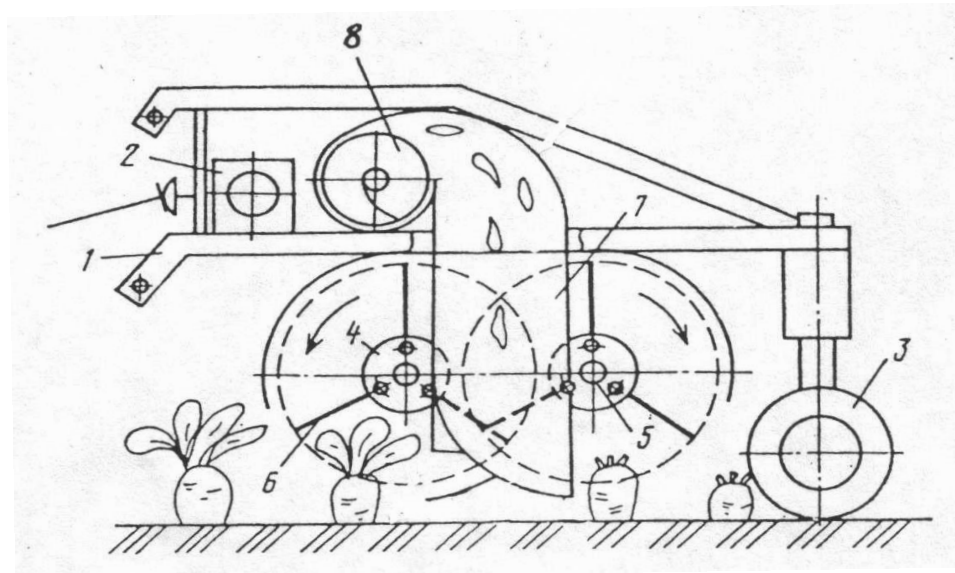


Рисунок 2.10 - Схема очисника згідно а.с. № 1568927: 1-рама; 2- механізм приводу; 3- опорні колеса; 4,5- передній і задній вали; 6 – еластичні робочі органи; 7- кожух; 8- шнек

Відомий очисник коренеплодів від гички [ ], який складається з горизонтального вала 1 (рис. ), 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. ) на величину  $R_1$ , встановлені між собою з шагом  $t_1$  (рис. ). 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.

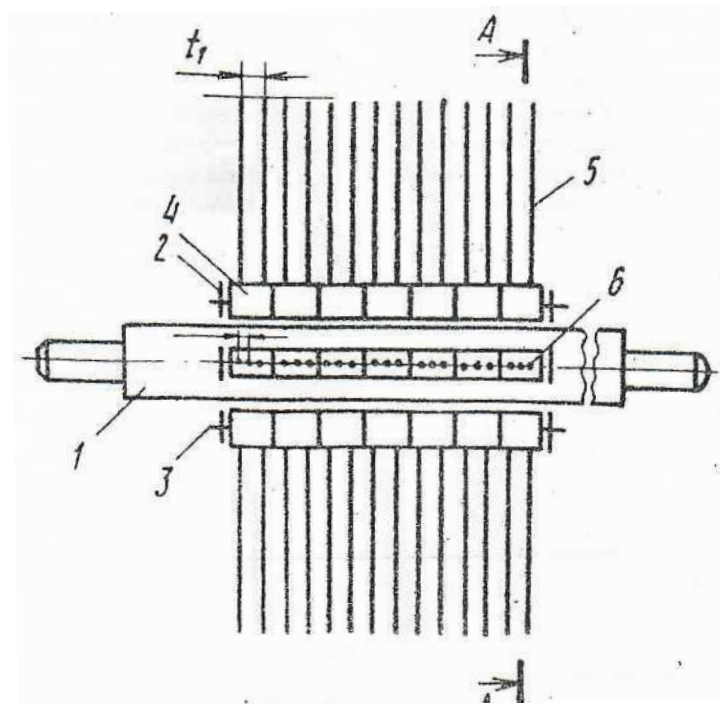


Рисунок 2.11 – Вал очисника коренеплодів від гички [15]

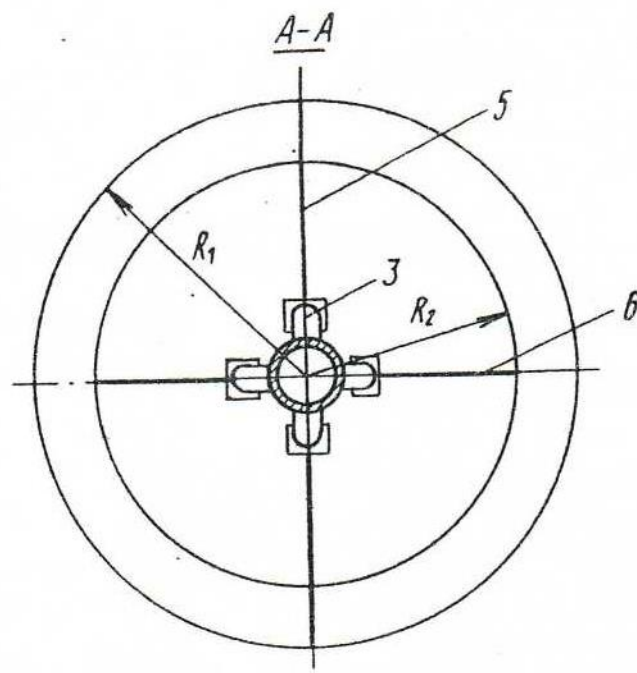


Рисунок 2.12 – Перетин А-А на рис. 2.11

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.

При закріпленні еластичних робочих елементів на роторі очисника використовують як жорстке кріплення ( МБК– 2,7; GC– 85 ) так і шарнірне (ОГД–6А). Виходячи з практичної точки зору, більш надійне в роботі жорстке кріплення робочих елементів на роторі ( за даними випробувань ), але детальні дослідження цього питання не проводилися.

Одним із важливих факторів при роботі еластичних робочих органів очисників коренеплодів є їх довговічність. Цей параметр залежить, перш за все, від матеріалу робочого органу та режимів його роботи. Широкого практичного застосування в наш час набули робочі елементи, які виконуються з прогумованої стрічки, литої гуми, поліуретану ( ОГД – 6 ), поліаміду ( МБК – 2,7 ) та деяких інших матеріалів.

Як доводить практика використання робочих елементів, виконаних з цих матеріалів термін їх роботи незначний, що веде до збільшення затрат на експлуатацію машини а також зменшує її продуктивність.

У зв'язку з вищевикладеним в наш час є потреба в пошуку та дослідженню матеріалів, які могли б бути використані для виготовлення робочих елементів очисників коренеплодів. При цьому матеріал повинен бути зносостійким, мати необхідні міцності показники, пружність а також бути дешевим і доступним.

В результаті проведеного аналізу можна зробити наступні висновки.

1. Існуючі технічні засоби збирання гички кормових буряків не забезпечують виконання технологічного процесу у відповідності до агротехнічних вимог в зв'язку з чим є потреба в розробці вискоєфективних, відносно простих на надійних технічних засобів механізованого видалення гички кормових коренеплодів.

2. В наш час найбільш перспективною технологією для нашої країни є збирання гички з одночасним подрібненням та розсіюванням її по зібраній частині поля.



3. Враховуючи біологічні особливості кормових коренеплодів найбільш перспективним є безкопірне видалення гички з використанням еластичних робочих органів, принцип роботи яких базується на ударній та очісуючій дії робочого елемента на гичку. При цьому такі робочі органи виконують декілька функцій: очищення, подрібнення та транспортування рослинних решток за межі зони, що обробляється.

4. В зв'язку з практичним використанням очисників гички кормових коренеплодів, що обладнуються еластичними робочими органами є потреба в детальному опрацюванні окремих конструктивних елементів та ґрунтовних дослідженнях матеріалів, які могли б бути використані на таких машинах.

### 3. АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ЗБИРАННЯ КОРМОВОГО БУРЯКУ

Існуючі рекомендації, що до якості роботи машини для збирання кормового буряку наступні:

1. Втрати коренеплодів повинні становити не більше 5%, а гички – 10% по масі.
2. Довжина черешків, що залишаються після зрізання гички не більше 40 мм, і таких коренеплодів повинно бути не менше 85% по масі.
3. Кількість зв'язаної з коренеплодом гички не повинна перевищувати 3% від маси коренеплоду.
4. Забрудненість вороху коренеплодів домішками не більше 10%, в тому числі рослинного походження не зв'язаними з коренеплодом – не більше 3%.
5. Коренеплодів з механічними пошкодженнями повинно бути не більше 15% по масі, в т. ч. із значними – 5%.

Кормові коренеплоди вирощуються на полях, які мають схил до 5° при вологості ґрунту в горизонті 0-300 мм до 25 %. Твердість ґрунту до 3,0 МПа. Ширина міжрядь в залежності від умов вирощування може бути 450 і 600 мм.

До початку збирання висота розташування головок коренеплодів над ґрунтом може становити 100-250 мм. На одному погонному метрі рядка в середньому знаходиться від 4 до 6 коренеплодів. При цьому відстань між коренеплодами можлива 100 і менше міліметрів. Густота рослин становить 70-100 тис. шт. на гектар.

Максимальна величина відхилення центра головок коренеплодів від осьової лінії рядка може становити:

- для міжрядь шириною 600 мм – 100,0 мм;
- для міжрядь шириною 450 мм – 50,0 мм.

Зусилля на відрив пучка гички від коренеплоду має бути в межах (Н):

- максимальне – 410;
- середнє – 235;
- мінімальне – 120.

Характеристики міцності зв'язку коренеплодів з ґрунтом (Н) при різних напрямках прикладеного до головки коренеплоду зусилля:

а) вертикальний напрямок зусилля:

- максимальне – 220;
- середнє - 155;
- мінімальне - 50;

б) боковий напрямок зусилля:

- максимальне – 130;
- середнє - 55;
- мінімальне - 5,0.

Форма розташування листя на початок збиральних робіт може бути:

- конус, якщо більше 60 % листків розташовані під кутом 60-75<sup>0</sup> до горизонту;
- напіврозетка, коли більше 50 % листків відхилені на кут 60<sup>0</sup> від вертикалі;
- розетка, коли основна частина листків розташована паралельно поверхні і притиснута до ґрунту.

Середня довжина листків може досягати 400-500 мм, урожай гички – не більше 60,0 т/га. Кількість “цвітух” на 1 га не повинна перевищувати 5% від кількості нормально розвинутих рослин. Поле повинно бути засіяне насінням одного сорту. Допустима забрудненість на 1 м<sup>2</sup> бур'яном – не більше 0,1 кг.

Гичкозбиральна машина повинна забезпечити відділення гички на висоті не більше 40 мм від основи головки коренеплодів. Площина зрізу гички повинна проходити вище головки найбільш високо стоячих коренеплодів. Допускаються окремі черешки довжиною більше 40 мм, але загальна кількість гички на коренеплодах не повинна перевищувати 3% від маси коренеплодів.

Забрудненість гички частинами ґрунту не повинна перевищувати 0,5% від її маси. Втрати вільної гички за машиною не повинні перевищувати 10 % від її урожайності.

При роботі машини загальна маса вибитих з рядків коренеплодів не повинна перевищувати 15 % від урожаю. Пошкодження робочими органами і ходовими колесами гичкозбиральної машини коренеплодів допускається до 1,5 %.

Гичкозбиральна машина повинна бути причіпною, агрегатуватись з тракторами тягового класу 1,4 і забезпечувати збирання гички кормових коренеплодів, які посіяні з шириною міжрядь  $600 \pm 30$  і  $450 \pm 30$  мм. Ширина стикових міжрядь –  $600 + 50$  мм і  $450 + 50$  мм.

Кількість рядків, з яких одночасно збирається гичка при ширині міжрядь 600 мм – 4; 450 мм – 6. Сівба виконується сівалками з рядністю кратною 4 для міжрядь 600 мм і 6 для міжрядь шириною 450 мм.

Конструкція гичкозбиральної машини повинна забезпечувати:

- встановлення ножів на задану висоту зрізання гички;
- відділення і збір гички при робочій швидкості до 6,0 км/год;
- транспортну швидкість до 20 км/год;
- вивантаження гички в транспортні засоби підвищеної вантажопідйомності з висотою вивантаження до 3,0 м;
- доочищення головок коренеплодів від залишків гички.

Робочі органи машини не повинні залипати і забиватися ґрунтом і рослинними домішками. Обслуговувати агрегат повинен тракторист. Дорожній просвіт – не менше 250 мм. Радіус повороту агрегату має бути не більше 9 м.

Коефіцієнт надійності технологічного процесу не нижчий 0,95. Коефіцієнт використання робочого часу зміни – 0,75. Коефіцієнт готовності – не нижче 0,96 з врахуванням організаційного часу і 0,97 з врахуванням оперативного часу. Напрацювання на відмовлення повинно бути не менше 40 годин.

Конструкція гичкозбиральної машини повинна передбачати простоту і зручність регулювання робочих органів, заміну зношених деталей і вузлів, а також ремонту. Маса машини повинна бути в межах 3,0 т.

В конструкції машини повинна бути передбачена сигналізація про порушення технологічного процесу окремими робочими органами або їх відмовленнях.

Конструкція машини повинна відповідати “Єдиним вимогам до конструкції тракторів і сільськогосподарських машин по безпеці і гігієні праці” (ДСТУ ГОСТ 12.2.02-81).

Строк експлуатації машини повинен бути 7 років, гарантійний строк – 2 роки.

#### 4 ОСОБЛИВОСТІ СХЕМИ РОЗРОБЛЕНОГО ОЧИСНИКА

Очисник гички кормових буряків може мати різну компоновальну схему в залежності від способу збирання коренеплодів і комплексу машин, який використовується при цьому. Основні конструктивні елементи машини обґрунтовані, виходячи з результатів аналізу науково-технічної і патентної літератури.

Найпростіший варіант очисника: машина містить два вали, які обертаються назустріч один одному, з еластичними шарнірно закріпленими робочими органами і з приводом від валу відбору потужності трактора. В зв'язку з компактністю і малою масою така машина може бути начіпною і агрегатуватися з колісними тракторами класу 1,4 (МТЗ-80, МТЗ-100). Агрегат може працювати автономно, так як в процесі його роботи еластичні робочі органи оббивають гичку, частково її подрібнюють і розкидають по поверхні поля позаду машини. Гичка за два-три дні підсихає, голівки коренеплодів, які пошкоджені робочими органами, також підсихають (окорковуються) і тоді проводиться збирання коренеплодів.

Недоліком такої технології є те, що в залежності від погодних умов і урожайності гички в тій чи іншій мірі, але збільшується навантаження на сепаруючі робочі органи коренезбиральних машин рослинних домішок (гички). І необхідні додаткові сепаруючі робочі органи для досягнення необхідної якості збиральних робіт, що небажано, так як збільшується енергоємність і металоємність процесу, а також пошкодження коренеплодів в збиральному агрегаті за рахунок додаткових ударів і струшувань вороху.

Тому в даному дипломному проекті ми проектуємо варіант машини, в якій гичка оббивається еластичними робочими органами, встановленими на двох паралельних валах, які зустрічно обертаються. Оскільки гичка не планується в господарстві для використання на відгодівлі тварин, то необхідність у встановленні механізмів для її збирання відпадає і конструкція

машини дещо спрощується (листи графічної частини проекту). Хоча при необхідності ці механізми можна спроектувати і використовувати як окремий модуль для встановлення на машині.

Машина виконується в начіпному варіанті і в роботі спирається на два пневматичних колеса, які мають механізм регулювання по висоті. Вона агрегується з тракторами класу 1,4-2,0 за допомогою навіски і робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора ( $540 \text{ хв}^{-1}$ ) через систему приводу – карданний вал, центральний редуктор, приводні вали і клинопасові передачі. Механізм приводу має запобіжні пристрої в вигляді обгінних муфт.

Особливістю цієї схеми машини є те, що при її застосуванні треба витримувати розроблену технологію суть якої заключається в наступному. Агрегат з очисником гички проводить очистку коренеплодів від гички без попереднього зрізання, яка оббивається, подрібнюється при цьому і розсівається по поверхні поля.

## 5 ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РОБОТИ ОЧИСНИКА ГИЧКИ

### 5.1 Обґрунтування параметрів

На якість роботи очисника гички коренеплодів впливають параметри робочих органів, кінематичний і динамічний режим роботи.

Основним критерієм для оцінки ефективності роботи очисника  $E_o$  приймають відношення маси гички, яка залишилася на коренеплодах після проходу машини  $m_3$  до загальної маси гички на коренеплодах  $m_r$ :

$$E_o = \frac{m_3}{m_r} \cdot 100\%. \quad (5.1)$$

Крім того, пошкодження коренеплодів при дії на них робочих органів очисника не повинні перевищувати агротехнічних норм.

Цілком очевидно, що міра очищення коренеплодів пропорціональна кількості ударів робочих органів очисника по голівці коренеплоду і їх силі удару. Експериментально встановлено, що із збільшенням робочої швидкості очисника для отримання необхідної якості очищення слід одночасно підвищувати частоту обертання ротора (рис. 5.1) [13].

Розроблений очисник являє собою два горизонтально розташованих вали з шарнірно закріпленими еластичними робочими органами (билами), які виконані з гумових шнурів діаметром 8-10 мм. Вали розташовані на рамі машини під кутом  $\alpha$  до напрямку руху машини (рис. 5.2). Основними параметрами очисника є:  $D_p$  – діаметр ротора,  $L_\epsilon$  – відстань між валами,  $z$  – кількість лопатей бил на одній секції,  $\omega$  – кутова швидкість обертання валу очисника.

Під час роботи очисника біла виконують обертальний рух навколо осі валу (відносний рух) і поступальний рух разом з машиною (переносний рух).



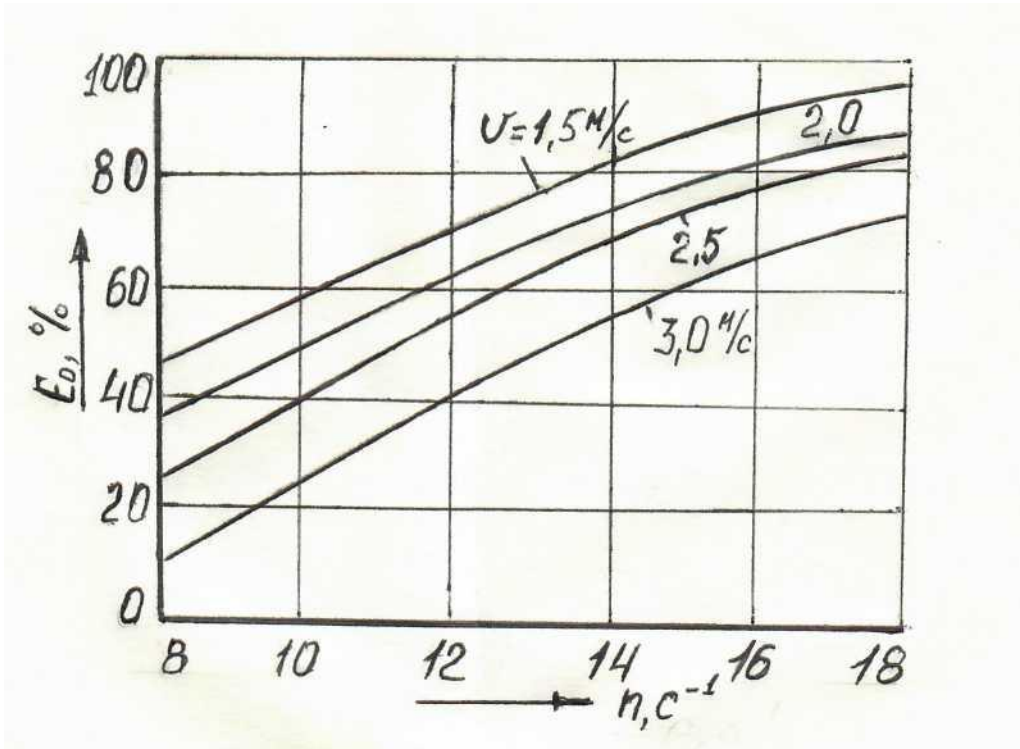


Рисунок 5.1 - Залежність якості очистки коренеплодів ( $E_o$ ) від швидкості руху очисника ( $V$ ) і частоти обертання вала ( $n$ )

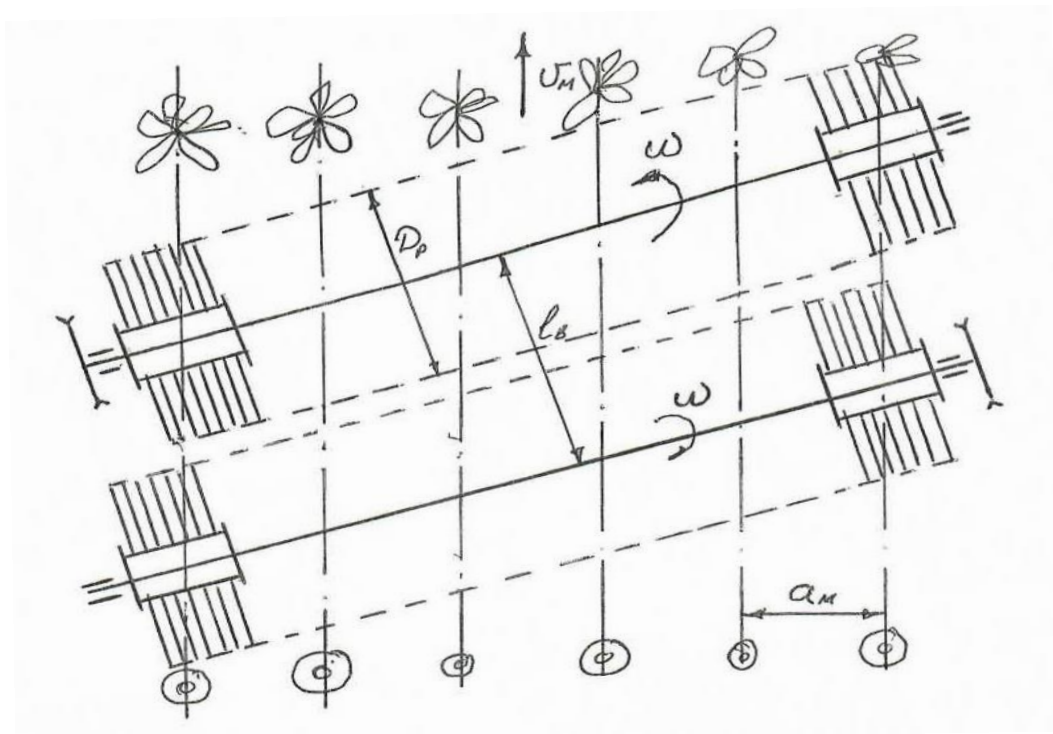


Рисунок 5.2 - Схема розробленого очисника гички

Траєкторія абсолютного руху кінчика робочого органу є складною кривою, яку можна описати рівнянням в параметричній формі і побудувати графічним методом за відомою методикою [13].

Під час руху очисника зі швидкістю  $V_m$  осьова валу переміщається з т.  $O$  в т.  $O_1$  (рис. 5.3) за час  $t$ . При цьому вал обертається з кутовою швидкістю  $\omega$  і робочий кінець била повертається на кут  $\omega t$  і переміщається з т.  $A$  в т.  $A_1$ . У вибраній системі координат рівняння руху кінця била буде мати вигляд:

$$\begin{aligned} x &= V_m t + R \cos \omega t; \\ y &= R + h - R \sin \omega t, \end{aligned} \quad (5.2)$$

де  $R$  – радіус траєкторії обертання кінця била;

$h$  – мінімальна висота головки коренеплоду відносно поверхні ґрунту.

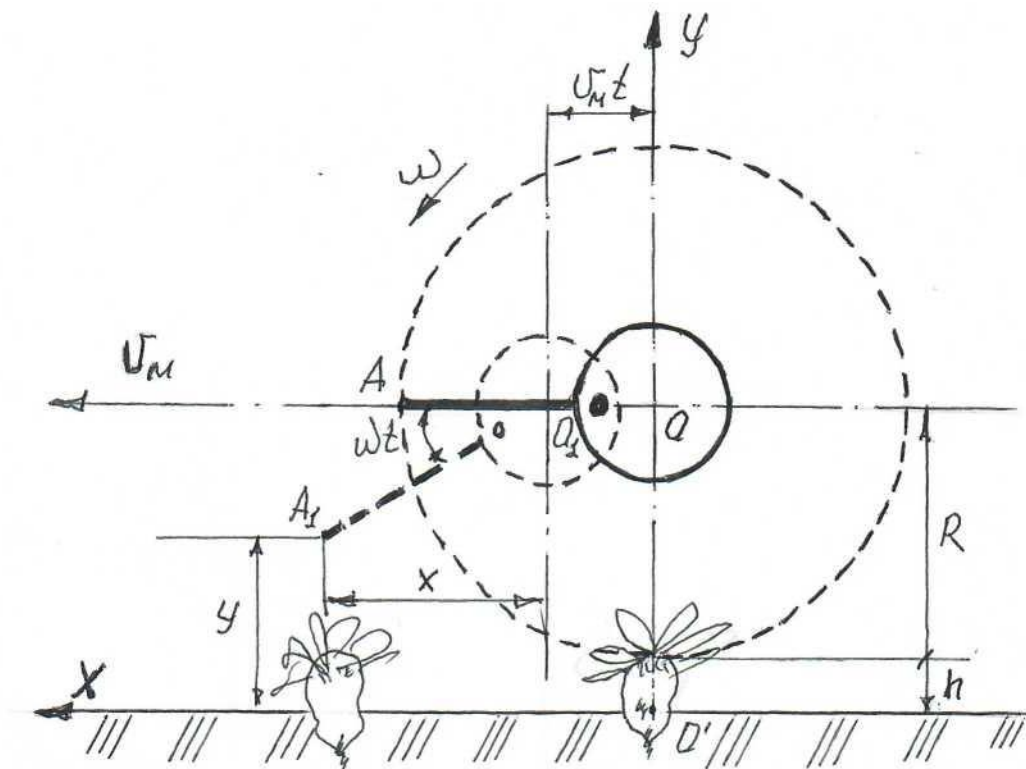


Рисунок 5.3 – Схема до визначення рівняння руху била очисника

Основною кінематичною характеристикою очисника є показник кінематичного режиму роботи  $\lambda$ , який, як відомо, визначається рівнянням:

$$\lambda = \frac{R \omega}{V_m} \quad (5.3)$$

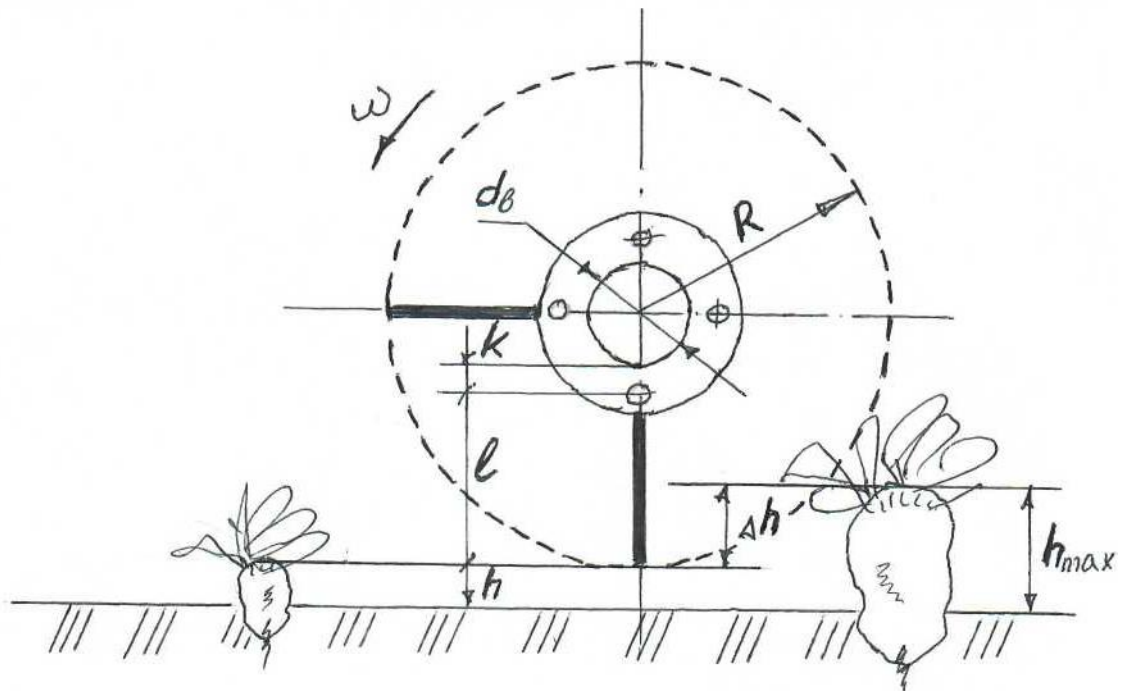


Рисунок 5.4 – Основні параметри очисника гички

Діаметр ротора очисника (або радіус  $R$ ) визначається в залежності від розмірів коренеплодів, гички і конструктивних особливостей (рис. 5.4). Гичка повинна очищатися як з найбільш низьких до поверхні ґрунту коренеплодів з висотою  $h$ , так і з найбільш високих коренеплодів з висотою  $h_{max}$ . Радіус ротора визначається рівнянням:

$$R = \frac{d_B}{2} + k + l, \quad (5.4)$$

де:  $d_B$  – діаметр вала, який визначається конструктивно і розрахунком на міцність і дорівнює в нашому випадку 108 мм;

$k$  – зазор між валом і віссю, на якій шарнірно закріплені еластичні робочі органи і визначається конструктивно ( $k = 40-45$  мм);

$l$  – вільна довжина робочого органу.

За агротехнічними характеристиками (розділ 1) відомо, що для кондиційних коренеплодів величина  $h = 50$  мм, а  $h_{max} = 220$  мм. Тоді для нормальної роботи очисника величина  $l$  повинна дорівнювати

$$l = (1,5 - 2) \Delta h, \quad (5.5)$$

де

$$\Delta h = h_{max} - h = 220 - 50 = 170 \text{ мм.}$$

Тоді підставивши значення величин в рівняння (5.4) отримаємо:

$$R = \frac{108}{2} + 40 + (1,5-2) \cdot 170 = 350 - 440 \text{ мм.}$$

Приймаємо радіус ротора очисника рівним 400 мм і з врахуванням збільшення довжини еластичних робочих органів при їх обертанні під дією відцентрової сили діаметр ротора буде дорівнювати 810 мм.

Знаючи радіус ротора  $R$ , межі зміни швидкості руху машини  $V_m$ , швидкість обертання вала очисника (прийнята із кінематичної схеми машини  $n_2 = 690 \text{ хв}^{-1}$ ), можна визначити показник кінематичного режиму роботи  $\lambda$  (рівняння ), а також побудувати траєкторію руху кінця біла очисника. Для цього необхідно радіусом  $R$  в масштабі накреслити коло і розділити його на рівну кількість частин, наприклад 8 або 12 (рис. 5.5). Із центра кола в прийнятому масштабі відкладаємо по горизонтальній осі відрізок, який дорівнює

$$L = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\lambda} \quad (5.6)$$

Це довжина шляху, який проходить ротор очисника за один оберт вала. Цей відрізок розділимо на таку ж кількість (8 чи 12) рівних частин. Далі за

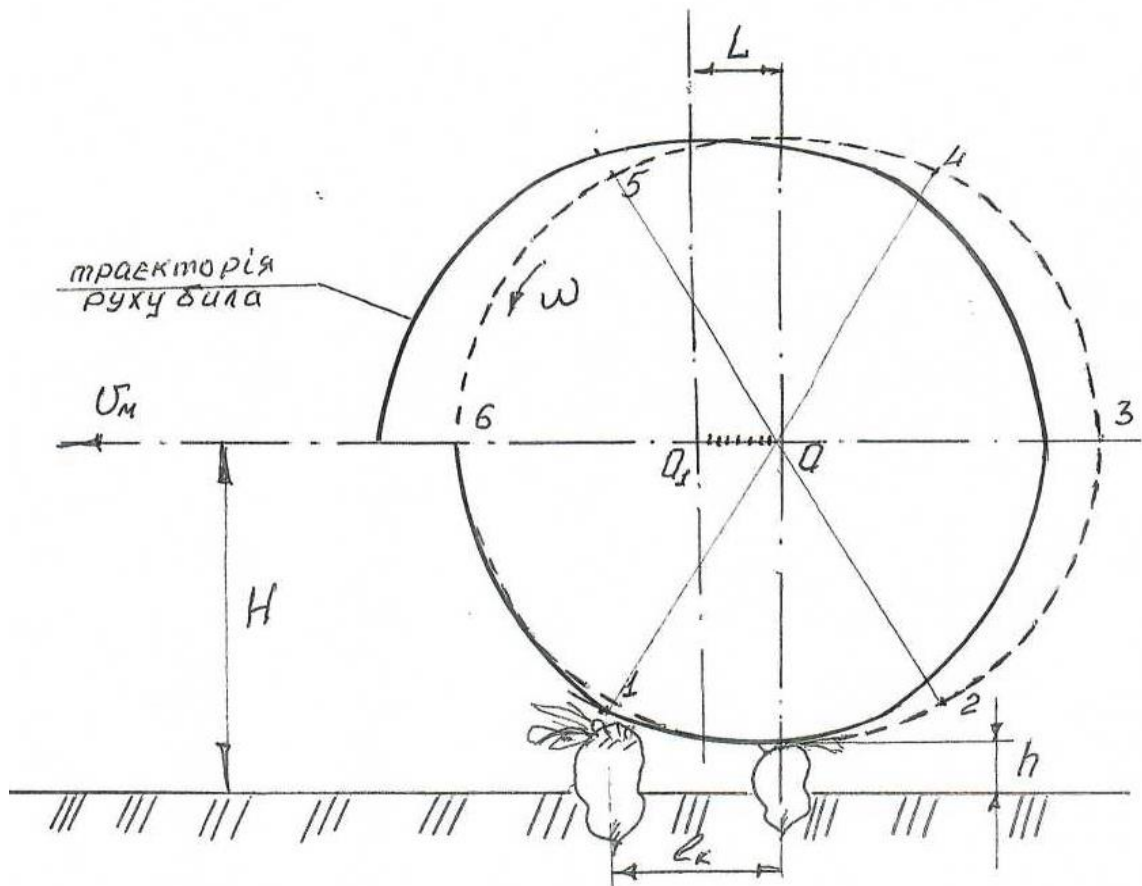
відомою методикою [13] будуємо траєкторію руху кінця била очисника. Якщо на цьому рисунку в прийнятому масштабі відкласти положення коренеплодів в рядку з врахуванням відстані між ними, то можна графічним шляхом визначити кількість ударів, які наносять била на коренеплід, видаляючи гичку.

При мінімальному значенні швидкості руху очисника вздовж рядків  $V_m = 1$  м/с і частоті обертання ротора  $n = 690$  хв<sup>-1</sup>, значення показника кінематичного режиму роботи буде дорівнювати:

$$\lambda = \frac{R \omega}{V_m} = \frac{R \pi n}{30 V_m} = \frac{0,405 \cdot 3,14 \cdot 690}{30 \cdot 1,0} = 29,2.$$

Тоді шлях, який проходить очисник за один оберт ротора, буде дорівнювати:

$$L = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\lambda} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 405}{29,2} = 87,1 \text{ мм.}$$



### Рисунок 5.5 – Схема до визначення траєкторії руху кінця била

Побудована траєкторія руху кінця била за цими даними (рис. ) показує, що для найбільш низько розташованих у ґрунті коренеплодів при відстані між ними  $l_K = 220$  мм отримують 1–1,2 удари одним робочим органом. Оскільки очисник має два вали і кожна секція вала має чотири лопаті бил то такі коренеплоди отримують по 8–10 ударів билами. А більш крупні коренеплоди в такому режимі роботи очисника отримують 15–20 ударів робочих органів, що приводить не тільки до очищення гички, а й до небажаних пошкоджень коренеплодів і вибивання їх з ґрунту. Тому оптимальна швидкість руху очисника має бути в межах 1,5 – 2,0 м/с. При швидкості руху машини  $V_m = 1,5$  м/с показник кінематичного режиму роботи дорівнює

$$\lambda = \frac{R \omega}{V_m} = \frac{R \pi n}{30 V_m} = \frac{3,14 \cdot 0,405 \cdot 690}{30 \cdot 1,5} = 20.$$

А при швидкості руху машини  $V_m = 2,0$  м/с показник кінематичного режиму роботи дорівнює

$$\lambda = \frac{R \omega}{V_m} = \frac{R \pi n}{30 V_m} = \frac{3,14 \cdot 0,405 \cdot 690}{30 \cdot 2,0} = 14.$$

Ці значення  $\lambda$  відповідають рекомендованим.

Таким чином, ми встановили основні параметри і режим роботи очисника гички: Діаметр ротора –  $D_p = 810$  мм; вільна довжина робочого органу (била) –  $l = 300$  мм; частота обертання валів -  $n = 690$  хв<sup>-1</sup>; швидкість руху очисника -  $V_m = 1,5 - 2,0$  м/с; показник кінематичного режиму роботи –  $\lambda = 14 - 20$ .

### 5.2 Розрахунок приводу вала очисника

За експериментальними даними для приводу робочих органів аналогічних машин необхідна потужність в межах 40 – 46 кВт [13]. Для приводу одного вала приймаємо необхідну потужність  $N_l = 21$  кВт і проводимо

розрахунок клинопасового приводу вала очисника. Вихідні дані для розрахунку:

- $N_1$  – потужність, необхідна для приводу вала очисника,  $N_1 = 21$  кВт;
- $n_1$  – частота обертання ведучого вала,  $n_1 = 548$  хв<sup>-1</sup>;
- $n_2$  – частота обертання веденого вала,  $n_2 = 690$  хв<sup>-1</sup>;
- $i$  – передаточне число,  $i = 1,26$ .

1. При заданих параметрах крутний момент на ведучому валу дорівнює:

$$T_1 = 9550 \frac{N_1}{n_1}, \quad (5.7)$$

$$T_1 = 9550 \frac{21}{548} = 366 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Для веденого вала крутний момент дорівнює:

$$T_2 = 9550 \frac{21}{690} = 290,7 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

2. По табл. 2.12 [18, 21] приймаємо перетин пасу «В» з розмірами:  $v_p = 19,0$  мм;  $h = 13,5$  мм;  $v_0 = 22$  мм;  $y_0 = 4,8$  мм;  $F_1 = 2,30$  см<sup>2</sup> (рис. 5.6).

3. Діаметр більшого шківів у відповідності із рекомендаціями табл. 2.12 [18, 21] дорівнює 200 мм. Але в зв'язку з тим, що всередині нього слід розмістити запобіжну муфту, конструктивно приймаємо діаметр більшого шківів  $d_{p1} = 315$  мм.

4. Діаметр меншого шківів визначається по рівнянню:

$$d_{p2} = \frac{d_{p1}}{i(1-\varepsilon)}, \quad (5.8)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт ковзання прогумованого паса.

$$d_{p2} = \frac{315}{1,26 \cdot (1-0,02)} = 255,1 \text{ мм}.$$

Згідно державного стандарту приймаємо діаметр шківів рівним 250 мм.

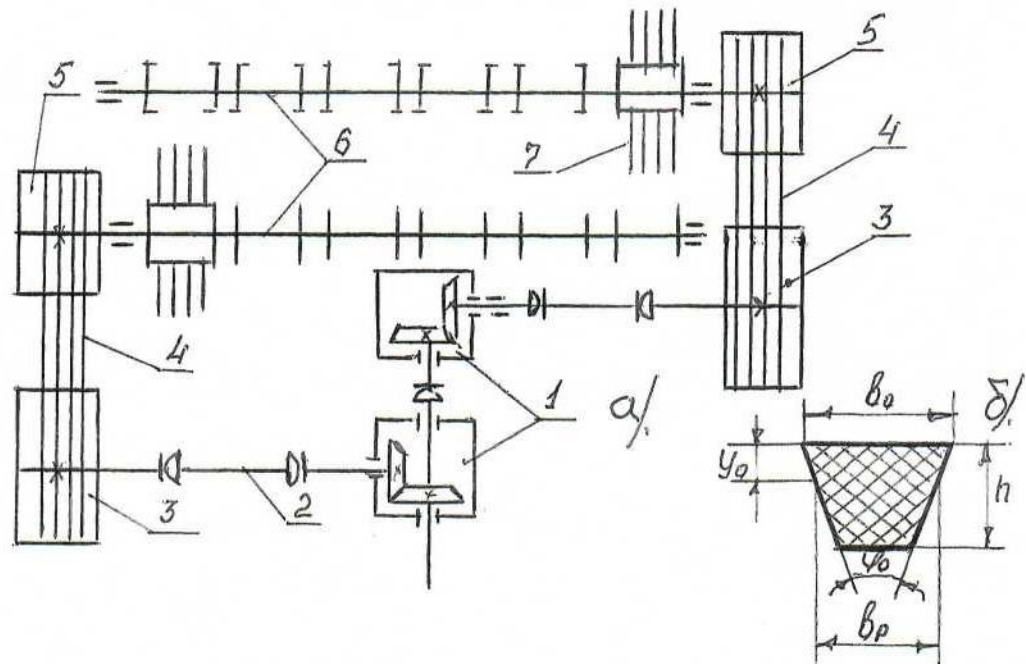


Рисунок 5.6 – Схема приводу валів очисника (а) і параметри клинового паса (б)

5. Фактичне передаточне число дорівнює:

$$i_p = \frac{d_{p1}}{d_{p2}(1-\varepsilon)} = \frac{315}{250 \cdot (1-0,02)} = 1,24 \quad (5.9)$$

6. Швидкість паса буде дорівнювати:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 315 \cdot 548}{60 \cdot 1000} = 9,04 \text{ м/с.} \quad (5.10)$$

7. Міжосьова відстань буде дорівнювати:

$$a = 0,95 d_{p1} = 0,95 \cdot 315 = 299,3 \text{ мм.} \quad (5.11)$$

Але в зв'язку з тим, що на веденому валу очисника необхідно встановити робочі органи з діаметром ротора  $D_p = 810$  мм, приймаємо  $a = 660$  мм.

8. Розрахункова довжина паса визначається рівнянням:



$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p1} - d_{p2})^2}{4} \quad (5.12)$$

$$L = 2 \cdot 660 + \frac{3,14}{2}(315 + 250) + \frac{(315 - 250)^2}{4} = 2209 \text{ мм.}$$

Стандартна довжина пасу дорівнює  $L = 2240$  мм.

9. По стандартній довжині пасу  $L$  уточнюємо дійсну міжосьову відстань:

$$a = \frac{2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{[2L - \pi(d_{p1} + d_{p2})]^2 - 8(d_{p1} - d_{p2})^2}}{8} \quad (5.13)$$

$$a = \frac{2 \cdot 2240 - 3,14(315 + 250) + \sqrt{(2 \cdot 2240 - 3,14(315 + 250))^2 - 8(315 - 250)^2}}{8} = 675 \text{ мм.}$$

10. Мінімальна міжосьова відстань для зручності монтажу і знімання пасів:

$$a_{min} = a - 0,01L = 675 - 0,01 \cdot 2240 = 653 \text{ мм} \quad (5.14)$$

Максимальна міжосьова відстань для створення натягу і підтягування пасів при розтяжці:

$$a_{max} = a + 0,025L = 675 + 0,025 \cdot 2240 = 730 \text{ мм.} \quad (5.15)$$

11. Кут обхвату на меншому шківі:

$$\alpha_2 = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_{p1} - d_{p2}}{a} \quad (5.16)$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - 60^\circ \frac{315 - 250}{470} = 171,7^\circ > [\alpha_2] = 110^\circ.$$

12. Вихідна довжина пасу (табл. 2.15)  $L_0 = 3750$  мм. Відносна довжина

$$L/L_0 = 2240/3750 = 0,6.$$

13. Коефіцієнт довжини (табл. 2.19)  $C_L = 0,89$ .

14. Вихідна потужність при  $d_p = 250$  мм і  $V = 9,04$  м/с (табл. 2.15)  $N_0 = 6,63$  кВт.

15. Коефіцієнт кута обхвату (табл. 2.18) дорівнює  $C_\alpha = 0,98$ .

16. Поправка до крутного моменту на передаточне число (табл. 2.20):  
 $\Delta T_i = 5,8$  Н·м.

17. Поправка до потужності:

$$\Delta N_i = 0,001 \Delta T_i \cdot n = 0,0001 \cdot 5,8 \cdot 690 = 0,4 \text{ кВт.} \quad (5.17)$$

18. Коефіцієнт режиму роботи при вказаному навантаженні (табл.2.8):  $C_p = 0,92$ ;

19. Допустима потужність на один пас:

$$[N] = (N_0 C_\alpha C_L + \Delta N_i) C_p = (6,63 \cdot 0,98 \cdot 0,86 + 0,4) \cdot 0,92 = 5,5 \text{ кВт} \quad (5.18)$$

20. Розрахункова кількість пасів системи приводу буде дорівнювати:

$$Z = \frac{N}{[N]} = \frac{21}{5,5} = 3,8 \quad (5.19)$$

21. Коефіцієнт, який враховує нерівномірність навантаження, дорівнює:  $C_Z = 0,95$ ;

22. Дійсна кількість пасів в передачі:

$$Z' = \frac{Z}{C_Z} = 4,0 \quad (5.20)$$

Приймаємо кількість пасів для приводу переднього і заднього валів очисника рівне 4.

23. Сила початкового натягу одного клинового пасу:

$$S_{01} = \frac{780 \cdot N}{V \cdot C_{\alpha} \cdot C_P \cdot Z'} + qV^2, \quad (5.21)$$

де:  $q$  – погонна маса пасу (кг/м).

$$S_{01} = \frac{780 \cdot 21}{9,04 \cdot 0,98 \cdot 0,82 \cdot 4} + 0,3 \cdot 9,04^2 = 724,0 \text{ Н.}$$

24. Сили, які діють на вали:

$$Q = 2 \cdot S_{01} \cdot Z' \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 724 \cdot 4 \cdot 0,92 = 5328,6 \text{ Н} \quad (5.22)$$

25. Зовнішні діаметри шківів будуть дорівнювати:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2b = 315 + 2 \cdot 3,3 = 321,6 \text{ мм} \quad (5.23)$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2b = 250 + 2 \cdot 3,3 = 256,6 \text{ мм} \quad (5.24)$$

26. Ширина ободу шківів буде дорівнювати:

$$M = (Z' - 1)e + 2f, \quad (5.25)$$

де:  $e$  – відстань між осьовими суміжних струменів шківа;

$f$  – відстань від осьової крайнього струменя шківа до торця.

$$M = (4 - 1) \cdot 25,5 + 2 \cdot 17 = 111 \text{ мм.}$$

Приймаємо ширину обода рівною 112 мм.

Таким чином, проведений розрахунок показує, що для забезпечення нормальної роботи очисника гички необхідно в системі приводу мати 4 паси типу «В» довжиною 2240 мм. При цьому ширина ободу шківів дорівнює 112 мм.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Вимоги з безпеки праці при роботі агрегату

При розробці заходів для безпечної експлуатації агрегату з розробленим очисником гички кормових буряків використовувались “Правила техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах”. Для безпечної роботи агрегату з очисником слід дотримуватися наступних правил:

6.1. Не допускаються до роботи особи без посвідчення тракториста-машиніста, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки при роботі на агрегаті, про що має бути зроблений відповідний запис в журналі реєстрації інструктажів.

6.2. Стороннім особам категорично забороняється знаходитися в безпосередній близькості від очисника, який працює на полі або прокручується при підготовці до роботи.

6.3. Забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів очисника під час його роботи.

6.4. Всі види регулювань і технічного обслуговування необхідно виконувати тільки після зупинки очисника і його робочих органів і непрацюючому двигуні трактора.

6.5. Забороняється проводити будь-які роботи під відчепленим очисником, якщо під його колеса не поставлені противідкочувальні башмаки.

6.6. Забороняється проводити будь-які роботи на агрегаті в незаправленій одежі із звисаючими полами або рукавами.

6.7. Перед початком роботи необхідно впевнитися в повній справності всього агрегату, перевірити наявність і міцність кріплень всіх захисних щитків і огорожень. Не починати роботу при знятих огороженнях.

6.8. Перед пуском і початком роботи агрегату необхідно попередити стоячих поблизу осіб звуковим сигналом.

6.9. Забороняється торкатись руками робочі органи очисника під час його роботи.

6.10. Забороняється знаходитися попереду і позаду агрегату під час його роботи.

6.11. Остерігайтесь частин і робочих органів очисника, які обертаються. Не можна знаходитися поблизу головної карданної передачі від ВВП трактора до очисника.

6.12. Забороняється проводити прокрутку очисника, що не приєднаний до трактора.

6.13. В кабіні трактора необхідно мати аптечку і слідкувати за поповненням її всіма необхідними медикаментами.

6.14. Максимально допустимий кут нахилу агрегату під час його руху не повинен перевищувати  $15^{\circ}$ , при цьому швидкість руху необхідно зменшувати до 3...5 км/год.

6.15. Після зупинки очисника необхідно обов'язково перевести важіль коробки перемиї швидкостей в нейтральне положення і виключити вал відбору потужності трактора.

6.16. Переганяти транспорт, який рухається і швидкість якого перевищує вказану транспортну швидкість агрегату з очисником, суворо забороняється.

6.17. Перевезення машини в нічний час під час сильного туману забороняється.

6.18. Перегін очисника дорогами загального користування необхідно проводити в відповідності з "Правилами дорожнього руху".

6.19. Періодично необхідно поновлювати знаки безпеки, які зображені на очиснику.

Правила пожежної безпеки при експлуатації очисника полягають в наступному:

1. Необхідно постійно слідкувати за технічним станом машини і її робочих органів.
2. Не допускати підтікання мастил з редукторів системи приводу очисника.
3. Не допускати намотування рослинних залишків на вали і робочі органи і в особливості в місцях підшипникових опор.
4. Місця стоянки і зберігання машин необхідно забезпечити протипожежними засобами, узгодженими з пожежною інспекцією.

## 6.2 Розробка конструкції захисних кожухів

Привід робочих органів розробленого очисника виконується від валу відбору потужності трактора через карданну передачу на центральний редуктор. Від цього редуктора шляхом карданної передачі і клинопасової передачі обертальний момент передається на передній вал очисника. Для запобігання поломок робочих органів і валів в шківу вала виконана запобіжна обгінна муфта.

Від другого вихідного валу центрального редуктора шляхом карданної передачі і проміжного вала обертання передається на задній редуктор, а далі – аналогічний привід, що і на передній вал.

Для запобігання травматизму під час експлуатації машини всі деталі системи приводу очисника мають бути захищені захисними кожухами і щитками.

Центральний вал системи приводу має бути захищений особливо ретельно, так як під час експлуатації тут найбільш небезпечна зона для обслуговуючого персоналу і робітників, які задіяні в процесі збирання кормових буряків. Вал, який з'єднує центральний редуктор системи приводу і задній редуктор, також має бути захищений для запобігання намотування на нього гички в процесі роботи очисника.

Нами розроблена конструкція захисного кожуха для клинопасової передачі системи приводу переднього вала ротора. Цей кожух уявляє собою

об'ємну зварювальну конструкцію з листової сталі. Кожух кріпиться до рами машини.



Рисунок 6.1 - Попереджувальний знак, що наноситься на захисний кожух клинопасової передачі приводу ротора.

Для запобігання травматизму та попередження робітників про небезпеку пропонується нанести на захисний кожух знак (рис.7.1), розміри якого повинні бути не менше 100×200 мм.

Захисний кожух клинопасової передачі приводу ротора представлено на аркуші графічної частини проекту.

## 7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

При розрахунках економічної ефективності за базову машину приймаємо серійну гичкозбиральну машину МБК-2,7, яка призначена для збирання гички кормового буряку. Висота зрізання гички в цій машині встановлюється по висоті головок найбільш високо стоячих коренеплодів. Але в зв'язку з тим, що кормові коренеплоди мають високий рівень варіювання положення головок відносно поверхні ґрунту (розділ 2), то після проходу МБК-2,7 на коренеплодах залишається до 30 і більше відсотків урожаю гички. Для того, щоб вона не була джерелом загнивання при тривалому зберіганні коренеплодів в господарствах коренеплоди доочищують вручну. Таким чином, за базовий об'єкт при розрахунках економічної ефективності приймаємо гичкозбиральну машину МБК-2,7 в агрегаті з трактором МТЗ-80 і з ручною доочисткою 30 % коренеплодів перед закладенням на зберігання.

Розроблений очисник проводить очищення гички за один прохід агрегату без ручної доочистки. Вихідні дані для проведення економічних розрахунків приведені в таблиці 8.1.

Затрати праці на збирання гички кормових коренеплодів визначаються за формулою:

$$H = \frac{m}{W_{\text{год}}}, \text{ люд.год/га} \quad (7.1)$$

де:  $m$  – кількість обслуговуючого персоналу;

$W_{\text{год}}$  – продуктивність агрегату за годину.

Для базової машини затрати праці будуть становити:



Таблиця 7.1 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Назва показників	Базова технологія	Розроблена
1. Продуктивність, га/год.	1,0	1,6
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,35	6,5
3. Ширина захвата, м	2,7	2,7
4. Кількість рядків, шт	6	6
5. Ціна машини, грн.	67000	53000
6. Кількість обслуговуючого персона-лу, чол..	1	1

$$H_B^1 = \frac{1}{1,0} = 1,0 \text{ люд.год/га}$$

Крім того, при збиранні гички машиною МБК-2,7 проводиться ручне доочищення коренеплодів від гички. По нормативах при доочищенні 30% всієї маси на 1 робітника приходиться норма 16 ц. При фактичній урожайності 700 ц/га необхідно доочищати :

$$Д = \frac{700 \cdot 30}{100} = 210 \text{ ц/га}$$

Необхідна кількість робітників для цієї роботи буде становити:

$$m' = \frac{210}{16} = 13,1 \text{ чол/га.}$$

Тоді затрати праці на виконання цієї роботи будуть становити:

$$H_{\text{б}}^{\text{II}} = 13,1 \cdot 7 = 91,7 \text{ люд.год/га}$$

Загальні затрати праці при збиранні кормових буряків базовим об'єктом будуть становити:

$$H_6 = 1,0 + 91,7 = 92,7 \text{ люд.год/га.}$$

Для розробленого очисника затрати праці будуть становити:

$$H_M = \frac{1}{1,6} = 0,63 \text{ люд.год/га}$$

Зниження затрат праці при запровадженні розробки будуть становити:

$$H_3 = H_6 - H_M = 92,7 - 0,63 = 92,07 \text{ люд.год/га.}$$

Прямі експлуатаційні затрати на збиранні гички кормових буряків визначаються за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_{\text{пмм}} + C_p \quad (7.2)$$

де:  $C_o$  – затрати на оплату праці з нарахуваннями;

$C_a$  – амортизаційні відрахування;

$C_{\text{пмм}}$  – затрати на паливо і мастильні матеріали;

$C_p$  – затрати на ремонт і технічне обслуговування.

Оплата праці механізатору, який працює на збиральному агрегаті, нараховується за тарифною сіткою за норму виконаної роботи. З врахуванням останнього збільшення мінімальної заробітної плати до 6700 грн. за місяць, оплата за норму виробітку становить 291,3 грн. за зміну [24]. За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{\#M}}, \quad (7.3)$$

де  $C_T$  – оплата праці за тарифною сіткою, грн./зм.;

$W_{зм}$  – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

Для механізатора, який працює на базовій машині, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{OB}^1 = \frac{291,3}{7,0} = 41,61 \text{ грн./га}$$

Крім того в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт, що становить 20,81 грн/га; 12 % - за інтенсивність робіт, що становить 4,99 грн/га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{об}^н = 41,61 + 20,81 + 20,81 + 4,99 = 88,21 \text{ грн./га}$$

На цю суму нараховується 20 % за класність механізатора (становить 17,64 грн./га) і 51 % соціального страхування і інших відрахувань (становить 44,99 грн./га). І тоді з врахуванням всіх нарахувань затрати на оплату праці механізатору при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{об} = 88,21 + 17,64 + 44,99 = 150,84 \text{ грн./га.}$$

Крім того, при базовій технології збирання на ручному доочищенні гички кормових буряків працює 13,1 чол./га. За тарифною сіткою оплата праці робітникам, що зайняті на ручному доочищенні гички з коренеплодів, з врахуванням мінімальної заробітної плати, становить 291,3 грн. по 4-му розряду на ручних роботах в рослинництві [24]. І затрати на оплату праці робітників будуть становити:

$$C_{р.р.} = 13,1 \cdot 291,3 = 3816,03 \text{ грн./га}$$

Загальні затрати на оплату праці при застосуванні базової технології становитимуть:

$$C_{o.б.} = 150,84 + 3816,03 = 3966,87 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з розробленою гичкозбиральною машиною, оплата праці за 1 га зібраної площі буде становити:

$$C_{OM}^1 = \frac{291,3}{11,1} = 26,24 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно крім цього проводяться доплати: 50 % - за продукцію і 50 % за складність збиральних робіт (становить 13,12 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (становить 3,15 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{om}^H = 26,24 + 13,12 + 13,12 + 3,15 = 55,63 \text{ грн./га.}$$

На цю суму проводиться нарахування 20 % за класність механізатора (складає 11,13 грн./га) і 51 % на соціальне страхування і інше (становить 28,37 грн./га). І тоді оплата праці механізатора, який працює на вдосконаленій машині, буде становити:

$$C_{om} = 55,63 + 11,13 + 28,37 = 95,13 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{Ц \cdot \alpha}{100 \cdot Д \cdot К \cdot W_{3M}}, \quad (7.4)$$

де  $Ц$  – балансова вартість машини, грн.;

$Д$  – кількість днів роботи в рік;

$K$  – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для гичкозбиральної машини становить 15 % [19]. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{67000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7} = 26,59 \text{ грн./га}$$

Амортизаційні відрахування на розроблену гичкозбиральну машину будуть становити:

$$C_{ам} = \frac{53000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 11,1} = 13,26 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини. Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{Ц \cdot \beta}{100 \cdot Д \cdot K \cdot W_{зм}}, \quad (7.5)$$

де  $\beta$  - норма річних відрахувань на ремонт і технічне обслуговування, %.

Для базової машини затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{p.б} = \frac{67000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 7} = 26,59 \text{ грн./га.}$$

Для вдосконаленої гичкозбиральної машини затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть становити:

$$C_{p.m} = \frac{53000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 11,1} = 13,26 \text{ грн./га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{пмм} = C_{п} \cdot G_{га} \quad (7.6)$$

де  $C_{п}$  – комплексна ціна 1 кг палива;

$g_{га}$  – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки двигуна і машини, а також зони застосування. Приймаємо слідуєчі норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива [19]:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47 %;

На сьогодні вартість на паливо і мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, величини оптових закупок, постачальника і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива в розмірі 54,5 грн./кг. Тоді затрати на паливо і мастильні матеріали для базової машини становлять:

$$C_{пмм}^б = 54,5 \cdot 10,35 = 564,08 \text{ грн./га}$$

При роботі агрегату з удосконаленою гичкозбиральною машиною затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{пмм}^м = 54,5 \cdot 6,5 = 354,25 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату

будуть дорівнювати:

$$C_6 = 3966,77 + 26,59 + 26,59 + 564,08 = 4584,03 \text{ грн./га}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату з удосконаленою машиною будуть становити:

$$C_m = 95,13 + 13,26 + 13,26 + 354,25 = 475,90 \text{ грн./га}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробленої машини в виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$E = C_6 - C_m = 4584,03 - 475,90 = 4108,13 \text{ грн./га} \quad (7.7)$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Базовий агрегат	Модернізований
1. Продуктивність, га/год	1,0	1,6
2. Питомі витрати палива, кг/га	10,35	6,5
3. Затрати праці, люд.год/га	92,7	0,63
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	4584,03	475,90
в т.ч. – оплата праці з нарахуваннями	3966,77	95,13
- амортизаційні відрахування	26,59	13,26
- затрати на ремонт і ТО	26,59	13,26
- затрати на ПММ	564,08	354,25
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	4108,13
6. Річний економічний ефект, грн	-	205406,5
7. Строк окупності затрат, років	-	0,07

У відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_B = \frac{4108,13 \cdot 100}{4584,03} = 89,62 \%$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 50 га буде становити:

$$E_p = 4108,13 \cdot 50 = 205406,5 \text{ грн.}$$

Окупність затрат на удосконалення збиральної машини визначаються за формулою:

$$E_o = \frac{C_M}{E_p} \quad (7.8)$$

$$E_o = \frac{67000 - 53000}{205406,5} = 0,07 \text{ років.}$$

Основні техніко-економічні показники, розраховані в проекті, приведені в таблиці 7.2.

При впровадженні на більшій площі строк окупності затрат на виготовлення нової машини значно зменшиться.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз технологій та стану механізації вирощування кормового буряку свідчить про те, що затрати праці залишаються значними у зв'язку з тим, що більшість операцій по догляду та збиранню кормового буряку проводяться вручну. У зв'язку з цим є необхідність у розробці технічних засобів для збирання гички кормових буряків з метою підвищення якісних показників процесу, що призведе до збільшення продуктивності, поліпшення якості врожаю та зменшення затрат ручної праці.

2. Найбільш перспективною технологією збирання гички кормових коренеплодів є видалення її, подрібнення та розсіювання по поверхні поля з наступним заорюванням.

3. Для видалення гички кормових коренеплодів найбільш перспективними є еластичні робочі органи ударної дії які очищують коренеплоди, що розташовані на різній висоті відносно поверхні ґрунту. Такі робочі органи мають відносно просту будову, незначну вартість та низьку енергоємність процесу видалення гички.

4. В результаті розрахунків оптимізовано геометричні та кінематичні параметри роторного очисника гички кормових буряків. При цьому сила взаємодії робочого елемента з коренеплодом не перевищує силу завалювання коренеплоду з ґрунту.

5. Розроблені правила техніки безпеки при роботі на машині для збирання гички кормових буряків, при їх обов'язковому виконанні, дозволять підвищити безпеку праці, зменшити виробничий травматизм та рівень професійних захворювань механізаторів.

6. Розрахунки по техніко-економічним показникам впровадження машини для збирання гички кормових буряків підтверджують доцільність проведення модернізації. При цьому економічний ефект від використання агрегату складає 4108,13 грн./га.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпенко М. Обґрунтування ресурсозберігаючої технології заготівлі стеблових кормів/Техніка АПК. – Київ, № 7, 2000 р.- с. 9 – 13.
2. Крутько В., Поліщук О. Кормозаготівля: те, що криється в деталях// Пятниця, 1 липня 2022. - <http://milkua.info/uk/post/kormozagotivla-te-so-krietsa-v-detalah-Inter>.
3. Лиса А. Заготівля кормів в умовах війни та обмежених ресурсів – рекомендації від НААН <https://landlord.ua/news/zahotivlia-kormiv-v-umovakh-viiny-ta-obmezhenykh-resursiv-rekomendatsii-vid-naan/>
4. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Наукове забезпечення виробництва кормів в умовах воєнного стану// Корми і кормовиробництво, 2022. Випуск 93, с 10-20.
5. Куничак Г., Кобилянська Г. Цінність і технологія вирощування кормових буряків// Пропозиція. – № 1, 2008. – с. 64 – 66.
6. Фомичів А.М., Невінчаний В.М., Ярош Ю.М., Атаманюк О.М. Впроваджуйте однонасінні кормові буряки// Агро інком. - № 8 – 9, 1997 р. – с. 24.
7. Сідак В.О., Яременко В.М. Сорт, площа живлення і продуктивність кормового буряка// Вісник аграрної науки. – Червень, 1996. – с. 23 – 27.
8. Кобець А.С., Шемавнъов В.І. Характеристики міцності кормових коренеплодів// Вісник аграрної науки. – Київ, №8, 1995. – с. 93-96.
9. 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.
10. Рибак Д.А., Фомичів А.М., Ярош Ю.М. Селекція і насінництво кормового буряка в Україні// Вісник аграрної науки. – Київ, серпень 1998. – с. 39 – 43.

11. Кобець А., Тенщук Д. Перед збиранням кормових буряків// Механізація сільського господарства. -№ 7, 1986. – с. 10 - 11.
12. Кобець О.М. Пугач А.М Збирання гички кормових буряків для використання її як біомаси для подальшої переробки// Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету, №10 т.1 (58).- 2012 р. - с. 52-55.
13. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин./ Дніпропетровськ , 1999. – 204 с.
14. 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.
15. Данильченко М.Г., Ревко 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.
16. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
17. 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.
18. Опір матеріалів під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973 р. – 672 с.
19. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф. Головчука.– К.: Грамота, 2007. - 360 с.
20. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. - 384с.

21. Землеробська механіка. Т2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Глань і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.

22. 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.

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