

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення процесу зрізання гички з розробкою робочого органу
очисника головок коренеплодів

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41

спеціальності

208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Дзьобан В.І. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Сташків М.Я. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Сташків М.Я. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Бабій А.В. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Дзьобану Владиславу Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення процесу зрізання гички з розробкою робочого органу
очисника головок коренеплодів

Керівник роботи Сташків М.Я., к.т.н., доц.

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

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.06.2024

3. Вихідні дані до роботи агротехнічні вимоги до видалення гички з головок коренеплодів;
типовий технологічний процес видалення гички з головок коренеплодів; базова
конструкція машини для видалення гички з головок коренеплодів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

1. Аналіз об'єкту дослідження

2. Технологічна частина

3. Проектна частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки. Перелік посилань

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

Ілюстративний матеріал

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф.</i>		

7. Дата видачі завдання 24.01.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз об'єкту дослідження</i>	<i>01.02.2024</i>	
2	<i>Технологічна частина</i>	<i>11.02.2024</i>	
3	<i>Проектна частина</i>	<i>15.06.2024</i>	
4	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>20.06.2024</i>	
	<i>Оформлення презентації</i>	<i>23.06.2024</i>	

Студент

_____ (підпис)

Дзьобан В.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Сташків М.Я.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Дзьобан Владислав Іванович

Тема роботи – «Удосконалення процесу зрізання гички з розробкою робочого органу очисника головок коренеплодів».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Сташків Микола Ярославович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Мета роботи – удосконалення технології очищення головок коренеплодів від залишків гички шляхом розробки ефективного очисника головок коренеплодів.

Об'єкт дослідження – технології очищення головок коренеплодів від залишків гички.

Предмет дослідження – очисник головок коренеплодів з горизонтально розташованим роторним робочим органом.

Методи дослідження: порівняльний, теоретико-емпіричний, математичного та комп'ютерного моделювання.

Отримані результати:

- проведено аналіз технологій видалення гички з головок коренеплодів та розглянуто різні технологічні рішення для їх впровадження;

- досліджено особливості видалення гички з головок коренеплодів за допомогою очисників з робочими органами різних типів та проведено аналіз їх конструкцій;

- узагальнено недоліки існуючих конструкцій очисників головок коренеплодів та запропоновано шляхи модернізації конструкції машини для видалення гички з головок коренеплодів з робочим органом роторного типу;

- проведено технологічні та конструктивні розрахунки вузлів модернізованої машини;

- виконано проектні розрахунки з використанням комп'ютерного моделювання;

- подано заходи охорони праці та техніки безпеки при використанні начіпних та причіпних сільськогосподарських машин.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано удосконалення технології очищення головок коренеплодів від залишків гички, яка передбачає застосування модернізованої машини із роторним робочим органом.

Структура роботи.

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та ілюстративної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків.

Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 67 арк. формату А4, додатки – 9 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 11 арк. формату А4.

Ключові слова: коренеплоди, гичка, видалення гички, машини для видалення залишків гички, роторні робочі органи, технологічні параметри.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГИЧКИ З КОРЕНЕПЛОДІВ.....	8
1.1. Вимоги до очищення головок коренеплодів від гички	8
1.2. Огляд конструкцій машин для очищення головок коренеплодів	11
1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.....	28
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ	29
2.1. Обґрунтування конструктивної схеми очисника головок коренеплодів.....	29
2.2. Енергетичний розрахунок очисника головок коренеплодів.....	32
2.3. Розрахунок копіювального пристрою.....	36
2.4. Розрахунок пера копіра	39
3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	42
3.1. Розрахунок клинопасової передачі приводу ротора.....	42
3.2. Розрахунок вала ротора очисника головок коренеплодів.....	45
3.3. Розрахунок біла ротора очисника головок коренеплодів	47
3.4. Комп'ютерне моделювання вала приводу ротора	50
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	55
4.1. Запобігання виникнення надзвичайних ситуацій	55
4.2. Безпека праці при використанні начіпних та причіпних сільськогосподарських машин.....	58
ВИСНОВКИ.....	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	63
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Збір коренеплодів цукрового буряку є однією з найважчих і найбільш енергоємних операцій у аграрній сфері. Ураховуючи, що Україна є однією з провідних країн Європи по вирощуванню буряків, а цукор відіграє стратегічну роль у її економіці, а також з урахуванням переходу на різні форми аграрної власності, для вітчизняної промисловості важливо швидко налагодити серійне виробництво простих і надійних коренезбиральних машин різної конструкції для орендованих і фермерських господарств, параметри яких відповідали б міжнародним стандартам.

Основними елементами коренезбиральних машин є викопувальні і очисні механізми, які є ключовими у технологічних процесах зрізання гички та викопування коренеплодів. Якість збору коренеплодів, їхнє пошкодження та втрати значною мірою залежать від компонувань цих механізмів, вибору їх конструктивних та кінематичних параметрів, що відповідають ґрунтово-кліматичним умовам. Одним з напрямків покращення цих параметрів є розробка нових та модернізація існуючих викопувальних і очисних установок, оптимізація їхніх параметрів, вдосконалення компонувальних схем машин та методів збору коренеплодів.

Покращення якісних характеристик процесу збирання коренеплодів є важливою практичною задачею, вирішення якої потребує застосування ефективних конструктивних підходів до робочих органів і компонувань коренезбиральних машин, теоретичного обґрунтування їхніх конструктивних і технологічних параметрів [26].

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГИЧКИ З КОРЕНЕПЛОДІВ

1.1. Вимоги до очищення головок коренеплодів від гички

Очисники головок коренеплодів, що видаляють залишки гички, називають очисниками. Ними можуть бути і окремі типи гичкозрізувальних апаратів.

При видаленні верхньої частини головок коренеплодів зі зрізаною частиною повинно видалятися як можна менше цукроносної маси. Тому одним із радикальних напрямків вдосконалення конструкцій бурякозбиральних машин є модернізація і створення більш ефективних конструкцій очисників головок коренеплодів.

Виходячи з умов роботи гичкозбиральної техніки, необхідно враховувати, що [24, 27]:

- при конструюванні робочих органів і машини в цілому першочергове значення мають агротехнічні вимоги до бурякозбиральної техніки;
- суміщення технологічного процесу з пересуванням агрегату на полі, вимагає витрат значної кількості енергії, яка зростає із збільшенням маси машини;
- машини працюють в абразивному середовищі, що призводить до швидкого зношування основних вузлів, перш за все, робочих органів;
- машини працюють під відкритим небом у різних температурно-кліматичних умовах, на різних ґрунтах, на нерівних ділянках поля, при різноманітних розмірних характеристиках коренеплодів.

Враховуючи специфічні механіко-технологічні властивості зв'язку гички з коренеплодами, технологічний процес відділення гички від коренеплодів доцільно здійснювати комбінованим (двостадійним) способом,

який включає грубе обрізання гички з наступним їх повним видаленням з головки коренеплоду.

Найбільш ефективним і технологічно доцільним є механізований спосіб очищення головок коренеплодів фрикційною поверхнею, яка забезпечує дотичні зусилля, за допомогою розподіленого навантаження (70-120 Н/см), що сприяє задовільному очищенню головок коренеплодів.

Значним чином на якість цукроносної маси впливає вміст зеленої гички у воросі коренеплодів. Відомо, що гичка містить азотисті речовини, які шкідливо впливають на вихід цукру в процесі цукроваріння. Саме з цієї причини якість відокремлення гички від коренеплодів дуже важлива.

На сучасному етапі розвитку бурякозбиральної техніки відомо два основних напрямки механізації відокремлення гички від коренеплодів:

- відокремлення гички на корені (попередньо зрізається гичка, а потім викопується коренеплід);
- відокремлення гички в комбайні, тобто спочатку викопуються коренеплоди, а вже потім обрізається гичка.

Відокремлення гички на корені отримало широке розповсюдження завдяки кращій стабільності технологічного процесу.

Відокремлення гички в комбайні проходить при збиранні машинами брального типу. Необхідність такої операції, як вирівнювання головок в машині призводить до складності механізму вирівнювання, нестабільності процесу обрізання гички. Досить часто коренеплоди обриваються внаслідок різного стану гички. Крім того неможливо досягти необхідної чистоти відокремлення лише за рахунок одного обрізання, яке не забезпечує залишків гички в межах допустимої норми (5%) при оптимальних відходах цукроносної маси. Саме з цієї причини даний спосіб відокремлення гички від коренеплодів широкого застосування не здобув.

Спосіб зрізання гички на пні набув навпаки самого широкого розповсюдження і застосовується майже в усіх машинах для збирання гички

проте з конструкторськими та технологічними змінами залежно від потреб та технічних вимог.

Серед найбільш поширених технологічних схем відокремлення гички цукрових буряків від головок коренеплодів можна виділити такі:

1. Зрізування гички на фіксованій висоті (безкопінний зріз) активними роторними пристроями з послідуочим доочищенням головок коренеплодів гнучкими елементами.

2. Зрізування гички на фіксованій висоті сегментним ножем, який рухається зворотно-поступальним чином, копіювання головок коренеплодів по висоті з наступним дообрізаанням пасивним ножем. Доочищення гнучкими елементами.

3. Копіювання головки коренеплоду на висоті з послідуочим обрізаанням гички з частотою головки. Доочищення одно - чи дводольними очисниками головок коренеплодів.

На технологічні схеми гичкозбиральних машин значним чином впливає те, що відокремлену гичку збирають, оскільки вона придатна на корм худобі. Проте існує і спосіб коли зрізану гичку розкидають по полі в якості добрив. Це значно спрощує конструкцію машини і в свою чергу підвищує надійність роботи машини.

Головним недоліком відокремлення гички від головки коренеплодів є те, що одним зрізом чистота головок коренеплодів не забезпечується. Це приводить до необхідності застосування очисників головок коренеплодів.

Доочищення головок коренеплодів базується на принципі різниці у міцнісних властивостях гички та головки коренеплоду. Можливості щодо конструювання очисників головок коренеплодів та технологічного процесу їх роботи дуже широкі.

Значного розповсюдження набули одно- та двовальні очисники із гумовими чи гумометалічними робочими органами, які рухаються вздовж рядка і обертаються в протилежний бік руху агрегату. Основна складність роботи

очисників полягає в тому, що, по-перше, висота головок коренеплодів змінюється по довжині рядка, по-друге, залишковий запас міцності зв'язку гички з коренеплодом досить великий. З іншого боку, якщо зусилля робочого органу очисників буде надто великим, то це приведе до вибивання коренеплодів з ґрунту та їх пошкодження.

Очисники головок коренеплодів можна застосовувати як в агрегаті із гичкозбиральною машиною, так і окремо.

1.2. Огляд конструкцій машин для очищення головок коренеплодів

Гичкозбиральні машини призначені для зрізання гички перед викопуванням коренеплодів із землі. При всій різноманітності способів механічного видалення гички (зрізування, збивання, відривання, зминання і т.д.) найбільш поширеними є зрізування і вибивання.

Зрізування, при якому відділення гички відбувається в результаті різання лезом ножа, застосовується як для видалення основної маси гички так і її залишків при кондиційному дообрізуванні головок коренеплодів. Причому, ножі (активні чи пасивні) виконують, як правило, різання гички без підпору, тобто без протирізальних елементів чи зустрічного руху ножів. Це зумовлено, в першу чергу, фізико-механічними властивостями цукрових буряків та технологією збирання (використання) гички.

Опираючись на результати пошукових досліджень, вивчення технологічних процесів зрізування гички цукрових буряків, а також схем бурякозбиральних машин вітчизняного і зарубіжного виробництва, гичкозрізувальні пристрої можна розділити на такі, які зрізають гичку на корені, або такі що зрізають гичку в машині (машини теребильного типу).

Гичкозрізувальні пристрої, які зрізають гичку на корені можна в свою чергу розділити на ті, які роблять зріз без копіювання і з копіюванням.

Гичкозрізувальні пристрої, які роблять зріз гички без копіювання головок коренеплодів, прості по конструктивному виконанню, технологічно надійні в роботі і дозволяють збирати дуже чисту гичку, тому що не встановлені близько до землі.

По принципу дії ріжучих елементів гичкозрізувальні пристрої можна поділити на три основних типи [27]:

- гичкозрізувальні пристрої, ріжучі елементи яких здійснюють поступальний рух (рис. 1.1);
- гичкозрізувальні пристрої, ріжучі елементи яких здійснюють зворотньо-поступальний рух (рис. 1.2);
- гичкозрізувальні пристрої, ріжучі елементи яких здійснюють обертовий рух (рис. 1.3 і рис. 1.4).

Перший тип гичкозрізувальних пристроїв (рис. 1.1) хоча і відрізняється простотою конструктивного виконання, в вітчизняному виробництві поширення не одержав. Основна причина – ненадійність технологічного процесу зрізування гички.

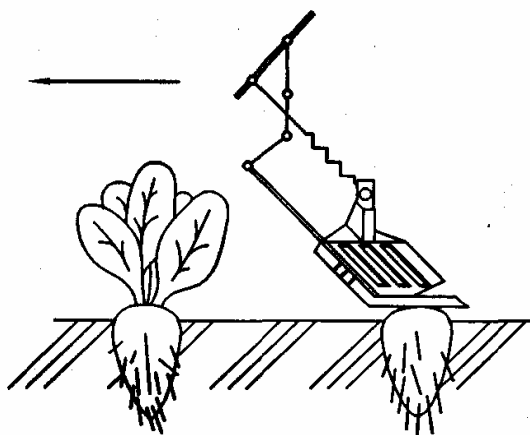


Рис. 1.1. Гичкозрізувальний пристрій з поступальним рухом ріжучого елемента



Рис. 1.2. Гичкозрізувальний пристрій із зворотньо-поступальним рухом ріжучого елемента

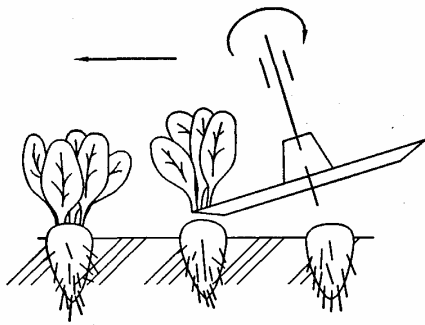


Рис. 1.3. Гичкозрізувальний пристрій з активним дисковим ножом

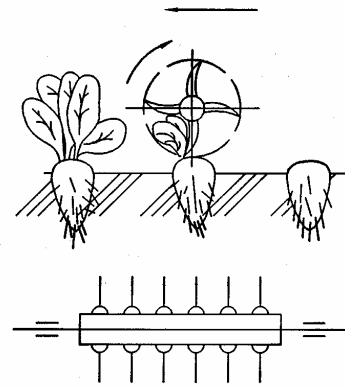


Рис. 1.4. Роторний гичкозрізувальний пристрій

Так при роботі на полях з підвищеною засміченістю відбувається забивання апарату, що призводить до неякісного зрізу, вибивання коренеплодів з ґрунту. В закордонному виробництві гичкозрізувальні апарати з пасивним ножом використовуються в якості очисника головок коренів на машинах деяких фірм (фірми „Kleine”, „Herriau”, „Stoll” та ін.).

Гичкозрізувальний пристрій (рис. 1.5), в якому ріжучий елемент виконує зворотно-поступальний рух (гичкозбиральна машина „Volvo”), зрізує гичку на певній висоті відносно поверхні ґрунту сегментними ножами. В основній масі зрізаної гички відсутні головки коренеплодів, звідси відсутність зв'язуючої крони зрізаного жмутка гички, внаслідок чого відбувається розсипання черешків під час зрізу. Все це призводить до забруднення збирання і підвищення втрат, які можуть досягати більше 30%. Ріжучий елемент може бути конструктивно виконаний у вигляді двох сегментних ножів, які здійснюють зустрічний зворотньо-поступальний рух.

Гичкозрізувальні пристрої з ножами, які обертаються можна розділити в залежності від осі обертання ріжучих елементів на апарати:

- з горизонтальною віссю обертання (роторні);
- з вертикальною віссю обертання;
- з нахиленою віссю обертання.

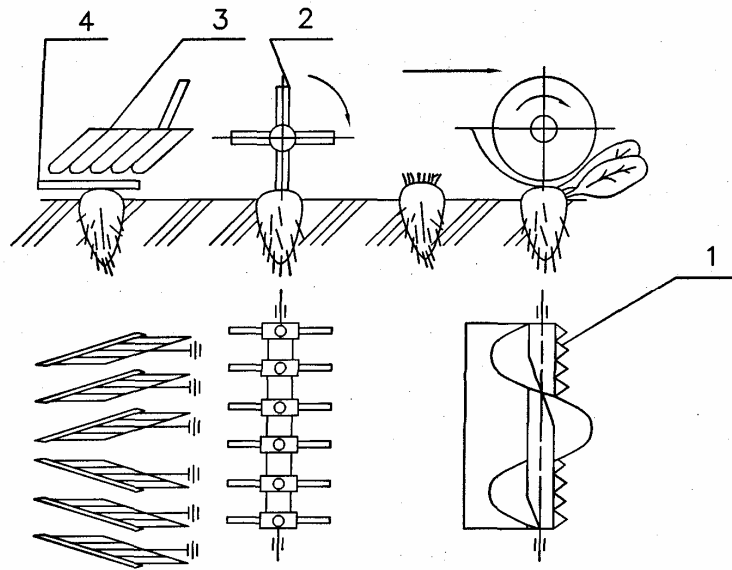


Рис. 1.5. Функціональна схема видалення гички комбайна К-500 “Volvo”:

- 1 – сегментний ніж; 2 – очисник головок коренеплодів;
3 – копір; 4 – пасивний ніж.

Активні дискові ріжучі пристрої (рис. 1.3) відомі давно, але широкого розповсюдження вони набули в поєднанні з пасивним гребінчастим копіром на початку 60-х років, в основному у вітчизняних машинах СКН-2А, БМ-6, БМ-4, БМ-6А, БМ-6Б, БС-6, МБС-6, у комбайні John Deere 223 (США) та ін. [21]. Ножі цих апаратів, які з’єднуються з копіром через паралелограмну підвіску, приводяться у обертовий рух за допомогою конічного редуктора.

Конструктивно ріжуча поверхня дискового ножа виконується суцільною, сегментною або зубчастою. Слід відмітити, що на засмічених рослинністю полях ефективніше працюють ножі з сегментною і зубчастою ріжучою поверхнею, а на чистих – із суцільною.

Дискові ножі використовуються переважно в основній зоні бурякосіяння. Вони забезпечують задовільну якість обрізування при швидкості машини до 1,9 м/с, урожайності гички до 30 т/га, рівномірному розміщенні рослин в рядках і відносно поверхні поля. Так, за результатами випробувань машини БМ-6А, масова доля нормально обрізаних коренеплодів при швидкості 1,4 м/с складає 97,7%, а площа гладкої поверхні зрізу 99,1% [27].

Але дискові ріжучі пристрої мають і недоліки:

- малий діапазон (0 – 100 мм) переміщення ножа по висоті, значна маса рухомих частин, складна конструкція механізму приводу, підвіски ножа і копіра;
- при місцезнаходженні коренеплодів цукрового буряка високо над рівнем землі спостерігається їх вибивання гребінчастими пасивними копірами;
- при високоврожайній гичці і підвищених швидкостях руху агрегата не забезпечується якісне обрізування гички ножами внаслідок відсутності повного копіювання гребінками копірів поверхні головок.

Роторні гичкозрізувальні пристрої (рис. 1.4) складаються з вала, на якому шарнірно закріплені S-подібні ножі, отримали в Західній Європі дуже широке поширення. Більшість фірм, що займаються виробництвом бурякозбиральних машин, виготовляють їх з роторними гичкозрізувачами (“Matrot”, “Herriau”, “Stoll”, “Fahse”, “Kleine” та ін.) (рис. 1.6).

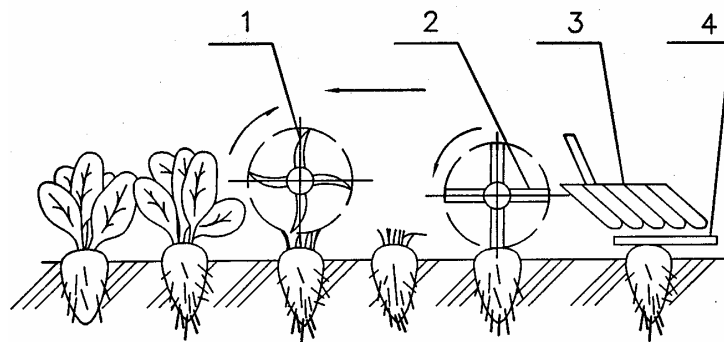


Рис. 1.6. Функціональна схема видалення гички комбайна “Herriau”:

- 1 – вал з S-подібними ножами; 2 – очисник головок коренеплодів;
3 – копір; 4 – пасивний ніж.

При роботі роторних гичкозрізувачів, гичка зрізується на одному рівні. Звідси виступання головок буряків, нерівномірність їх в рядкові не впливає на якість роботи гичкозрізувача і вони розташовані так, що основна частина гички

зрізується рівно. Решта гички з головки коренеплодів очищається очисником головок коренеплодів. Різні моделі гичкозрізувальних пристроїв з роторними гичкозрізувачами відрізняються один від одного тільки конструкцією очисника головок коренеплодів.

Гичкозрізувальний роторний пристрій має важливу перевагу в тому, що має високу продуктивність при високій врожайності гички, а також при високій засміченості плантації. У вітчизняній практиці апарат для збирання гички цукрового буряка широкого використання не одержав внаслідок того, що гичка дуже подрібнюється і після цього стає непридатною для згодовування худобі.

В сучасних гичкозбиральних машинах найбільше розповсюдження одержали гичкозрізувальні пристрої трьох типів, які розрізняються конструкцією і компоновкою основних елементів - копіра і ножа.

Пристрої, в яких пасивний копір поєднується з активним дисковим ножом (рис. 1.7) застосовуються в районах з середньою врожайністю гички, низьким розташуванням і міцним закріпленням коренів в ґрунті.

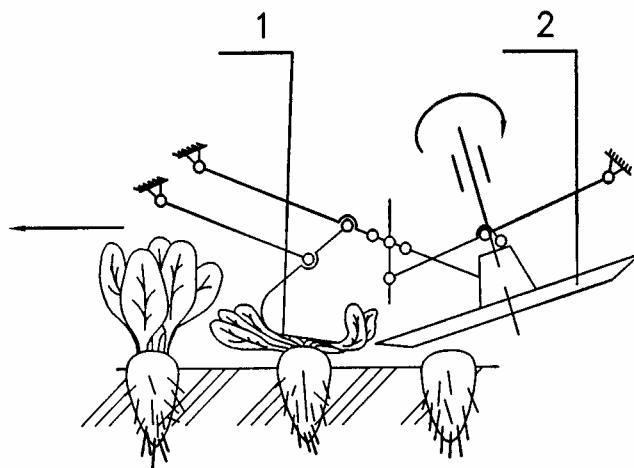


Рис. 1.7. Гичкозрізувальний апарат, в якому пасивний копір поєднується з активним дисковим ножом

Копір може бути виготовлений у вигляді гребінки, або полозка. Такі апарати працюють задовільно при швидкості машини до 1,5-1,7 м/с в широкому діапазоні погодних умов і забезпечують достатньо повний збір гички [11]. При

збільшенні робочої швидкості різко погіршується технологічний процес обрізки гички, що приводить до підвищення втрат цукрової маси, яка попадає в гичку.

Апарати даної конструкції широке застосування знайшли у вітчизняному виробництві. Вони застосовувались у бурякозбиральних комбайнах СКД-2, а тепер – на гичкозбиральних машинах – БМ-6А, БМ-6Б.

Поєднання активного каткового копіра, який обертається, з пасивним ножем (рис. 1.8) є типовим для апаратів таких машин як Е732, Е734, (Німеччина), ЗОСХ (Чехія). Вони застосовуються в районах з високою врожайністю гички (до 70 т/га), яка збирається і використовується на корм худобі. У вітчизняному машинобудуванні даний вид гичкозрізувальних апаратів розповсюдження не отримав. Це пояснюється відносно нестійкими ґрунтово-кліматичними умовами, що приводить до того, що більша частина головок коренеплодів знаходиться на рівні, або нижче рівня ґрунту. Внаслідок чого ніж швидко тупиться, а в результаті – їх неякісний зріз.

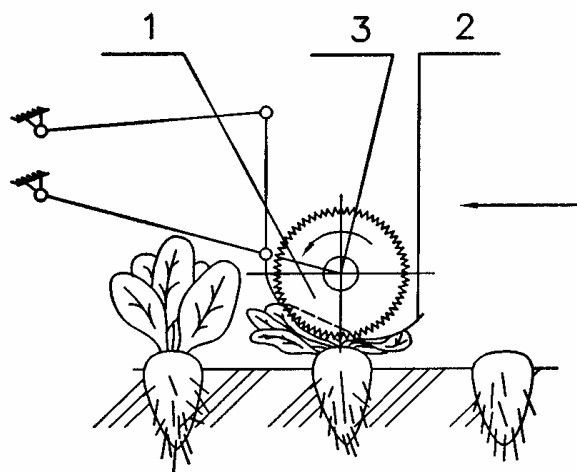


Рис. 1.8. Гичкозрізувальний апарат, в якому поєднаний активний катковий копір з пасивним ножем

Апарати з пасивним копиром і пасивним ножем (рис. 1.9) застосовуються для зрізування коренів, з яких гичка попередньо видалена (машини фірм „Kleine”, „Herriau”, „Stoll”, „Moreau” та ін.).

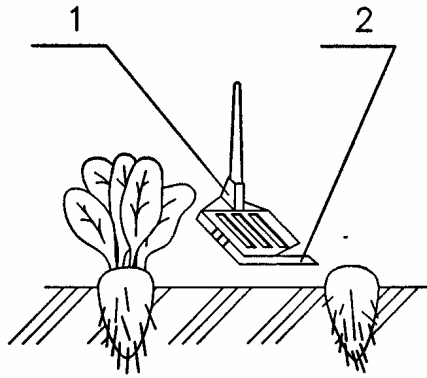


Рис. 1.9. Гичкозрізувальний апарат, в якому пасивний копір поєднується з пасивним ножем

За кордоном широко застосовуються гичкозбиральні машини, в яких видалення гички розділене на декілька операцій. Так навісна бурякозбиральна машина KR-6 (рис. 1.10) виробництва фірми „Kleine” має гичкоріз роторного типу 1, який зрізає і видаляє на певній встановленій висоті відносно ґрунту на шнек 2 основну масу гички. Зразу за роторним гичкозрізом розташований очисник головок коренеплодів 3, який видаляє решту черешків зрізаної гички.

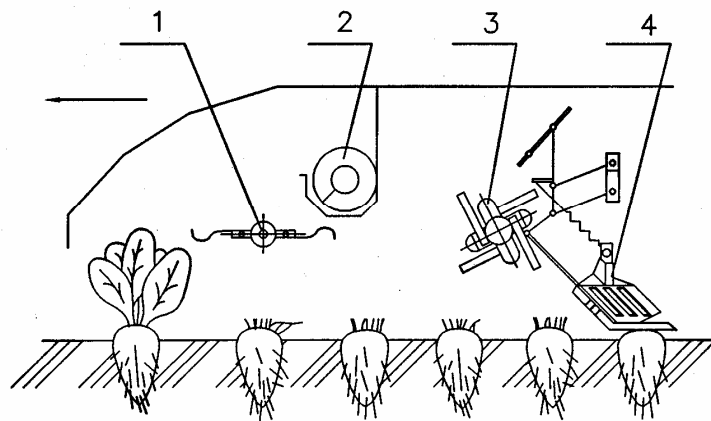


Рис. 1.10. Функціональна схема видалення гички бурякозбиральної машини KR-6 фірми "Kleine":

- 1 – гичкозріз роторний; 2 – шнек; 3 – очисник головок коренеплодів;
4 – дообрізувач.

За очисником головок коренеплодів 3 розташований очисник для точного обрізування головок коренеплодів, який виконаний в вигляді пасивного копіра і пасивного ножа.

Завдяки безступінчастому регулюванню робочої висоти роторного гичкозрізу 1 досягається оптимальна висота зрізу гички у різних по величині коренів цукрового буряка. Така гичкозрізувальна система задовільно працює і на засмічених полях, маючи при цьому високу робочу швидкість.

В більшості французьких бурякозбиральних комплексів („Herriau”, „Moreau”), а також німецькому комплексі „Stoll” застосовується гичкозбиральний механізм, в якому перша операція – попереднє обрізування гички здійснюється горизонтальним роторним гичкозрізом 1 (рис. 1.11) з шарнірно підвішеними ножами, як і в бурякозбиральній машині KR-6.

Але в цій групі машин доочищення головок відбувається тільки очисником 2, який виконано в вигляді пасивного ножа та пасивного копіра.

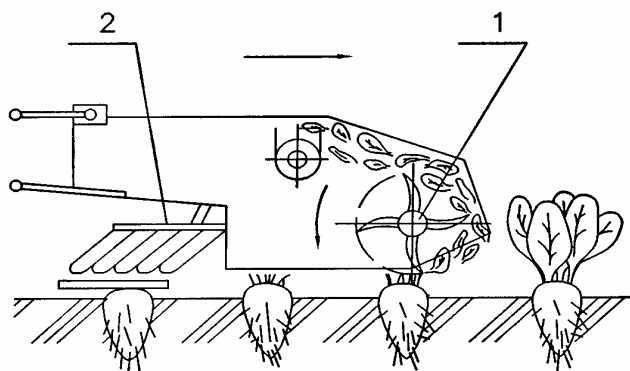


Рис. 1.11. Функціональна схема видалення гички бурякозбиральних машин фірм “Herriau”, “Moreau”, “Stoll”:

1 – гичкозріз роторний; 2 – до обрізувач.

Найбільше використання в машинах італійських фірм (“Barigelli”, “Rimesco”, “Guaresi” та ін.) знайшов механізм для збирання гички з попередньою обрізкою основної її маси горизонтальним роторним гичкозрізувачем 1 (рис. 1.12) з шарнірно підвішеними ножами. Але в цій групі машин доочищення головок відбувається в дві стадії.

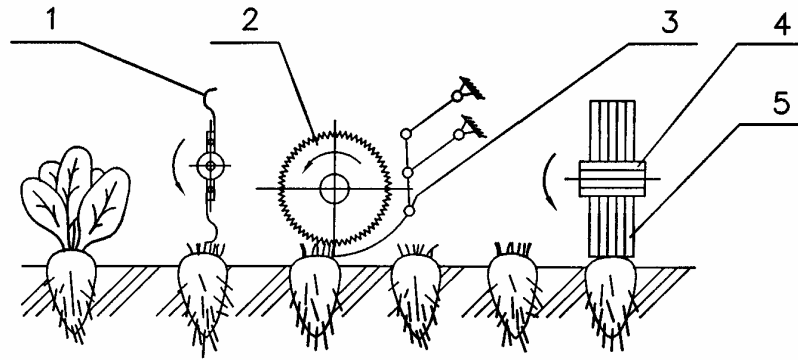


Рис. 1.12. Функціональна схема видалення гички бурякозбиральних машин фірм “Barigelli”, “Rimeco”, “Guaresi”:

- 1 – гичкозріз роторний; 2 – активний копір; 3 – пасивний ніж;
4 – очисник головок коренеплодів; 5 – било.

На першій стадії після роторного гичкорізу 1 встановлений очисник головок, який складається з активного копіра 2 і пасивного ножа 3. Таке виконання очисника дає змогу більш точно проводити зрізання залишків черешків. На другій стадії відбувається остаточне доочищення головок коренеплодів очисником головок коренеплодів 4, за допомогою еластичних бичів 5, які мають горизонтальну вісь обертання, направлену вздовж рядків і встановлених на викопуючому пристрої. Така конструкція гичкозрізувального апарату дозволяє збирати цукрові буряки з мінімальною кількістю гички. Поруч з позитивними елементами збирання гички в декілька операцій, конструкція таких гичкозрізувальних агрегатів має і недоліки, які характеризуються складністю механічного приводу, підвищеною металоємкістю.

Заслужують уваги гичкозрізувальні пристрої, в яких суміщені в часі процеси копіювання і зрізування. Ці робочі органи знаходяться в стадії пошукових досліджень.

Відомі гичкозрізувальні пристрої (рис. 1.13) з горизонтальним валом 1, на якому встановлено два диски 2 на певній відстані відносно один одного. По периметру диски з'єднані між собою сталевими дротами або нитками з

високоміцного матеріалу 3. Барабан, утворений з двох дисків і сталевих дротів, має можливість вільно рухатися в вертикальній площині. Під час роботи барабан обертається і перекочується по головках коренеплодів. Листя гички, що попадає в міждротовий простір, порційно зрізається і подрібнена гичка попадає у внутрішню частину барабана. Через вікна в дисках подрібнена гичка видаляється на ґрунт.

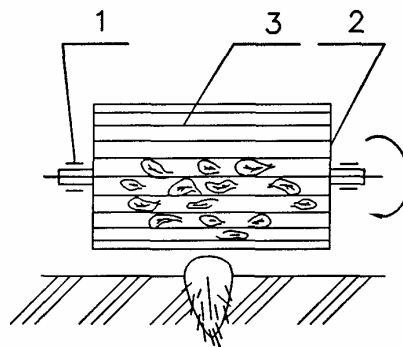


Рис. 1.13. Гичкозрізувальний пристрій, який суміщає процес копіювання і зрізу:

1 – вал; 2 – диск; 3 – дріт.

Ефективність роботи гичкозбиральних машин значною мірою залежить від якості зрізання гички. Однак у зв'язку з механізацією формування густоти насаджень, що в свою чергу погіршує рівномірність розподілу коренеплодів в рядку, інколи одним зрізом не вдається досягнути необхідної якості обрізання гички, особливо на підвищених робочих швидкостях.

Тому для доочищення головок коренеплодів застосовують спеціальні очисники. Процес доочищення головок коренеплодів являється важливою проблемою, вирішення якої дозволять зменшити відходи цукроносної маси, виключити відходи ручної праці на доочищення, зменшити кількість гички у воросі коренеплодів, що прямо впливає на вихід цукру.

Аналіз літератури показує, що на даний час в нашій країні і за кордоном застосовуються очисники головок коренеплодів різних конструкцій і принципів роботи. Вся різноманітність очисників класифікується за типом робочих

органів (доочищувальних елементів) та за напрямком їх відносного руху. Очищення головок коренеплодів класифікують:

- за способом очищення: різанням (з активним або пасивним робочими органами); ударом (з консольним, шарнірним, комбінованим кріпленням); скоблінням (вібраційні, дискові, секторні, торцеві);
- за компонованням: горизонтальні; вертикальні; похилі;
- за конструкцією робочих органів: м'які (лопатні, дротяні, щіткові); напівжорсткі (кільцеві, чашкові, литі); жорсткі (ланцюгові, дискові, секторні); комбіновані.

Очищення головок коренеплодів шляхом обрізання залишків гички пасивними і активними робочими органами в основному знайшло застосування у зарубіжних машинах фірм “Herriau”, “Moreau” (Франція).

Комбайн фірми “Moreau” обрізає гичку наступним чином: ротор з горизонтальною віссю обертання і шарнірно закріпленими ножами попередньо подрібнює високо обрізану гичку, потім пасивний ніж з гребневим копіром проводить дообрізування, а далі розміщені еластичні лопаті доочищають головки коренеплодів (рис. 1.14).

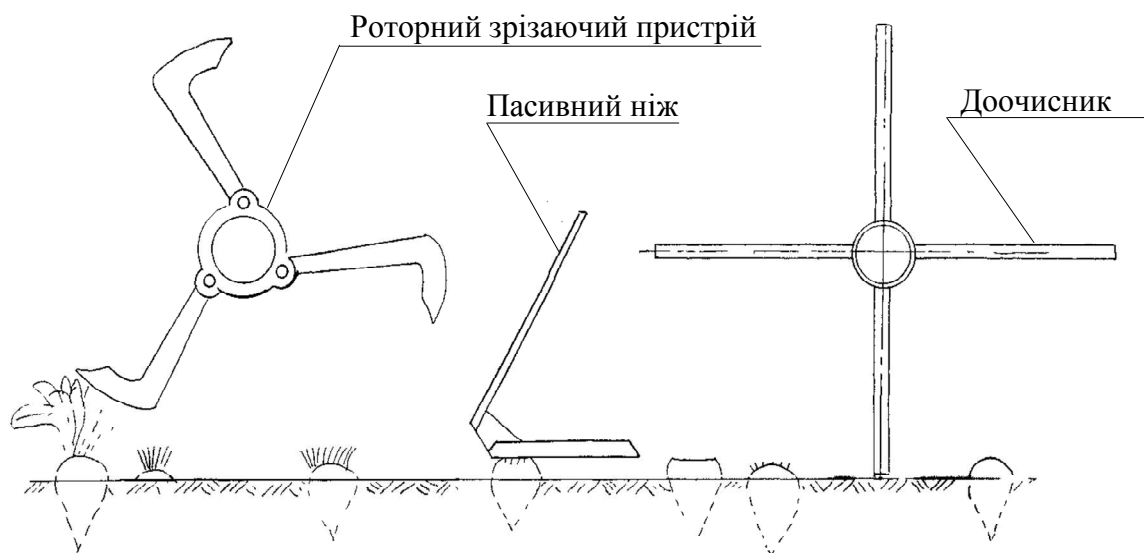


Рис. 1.14. Принципова технологічна схема роботи гичкозбиральної машини фірми “MOTRO” Франція

Обрізання гички в машинах фірми “Herriau” відрізняється лише тим, що за горизонтальним валом з ножами розміщено очисник з еластичними ножами, а вже потім пасивний ніж з гребінчастим копіром.

Очищення коренеплодів за рахунок удару активно використовується як у вітчизняних, так і в зарубіжних бурякозбиральних машинах. Найбільше розповсюдження отримали очисники з обертанням горизонтального валу і відповідно еластичними бичами перпендикулярно до осі рядків коренеплодів.

Перевагою таких очисників є винесення рослинних залишків за межі рядків коренеплодів. Але підвищене травмування і вибивання високо розташованих коренеплодів потребує диференційованого підходу до вибору компоновальних схем, конструкцій еластичних бичів і режимів їх роботи.

У машинах фірм “Herriau”, “Moreau” застосовують очисники з напрямком відносного руху вздовж осі рядків. При цьому очищувальні рядки засипаються гичкою, що призводить до засмічення вороху коренеплодів, зменшення надійності та ефективності роботи коренезбиральних машин.

Конструкції з іншим видом відносного руху отримали обмежене застосування. Так, у Німеччині проводились роботи з розробки очисників, які здійснюють циклічний і комбінований рух (коливального типу) (рис. 1.15). Проте через складність, низьку експлуатаційну і технологічну надійність вони не були впроваджені у виробництво.

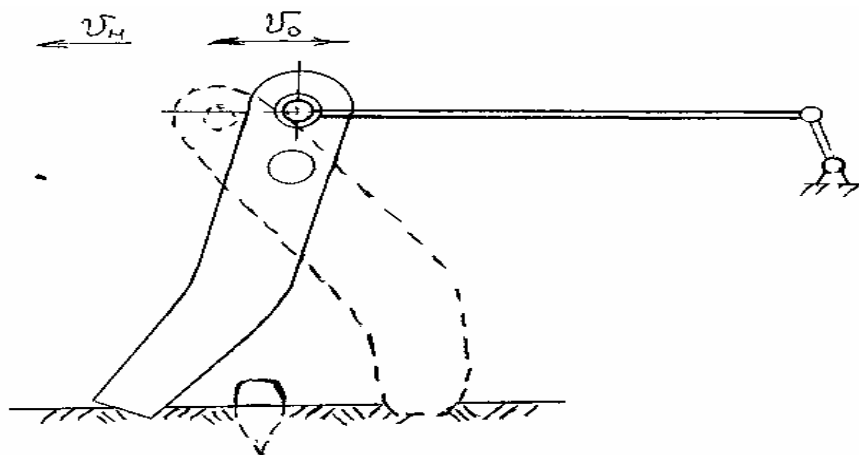


Рис. 1.15. Схема робочого органа очисника коливального типу

Найбільшого розповсюдження здобули очисники з роторним робочим органом, який обертається в бік, протилежний руху машини. Вал з робочими органами розташовується перпендикулярно до рядків. Основним недоліком даних очисників є те, що лопаті (рис. 1.16) обертаючись входять в контакт із ґрунтом і на тертя по ґрунту витрачається велика потужність. Крім того, при високому виступанні головки коренеплоду над рівнем ґрунту, можливе вибивання його із ґрунту.

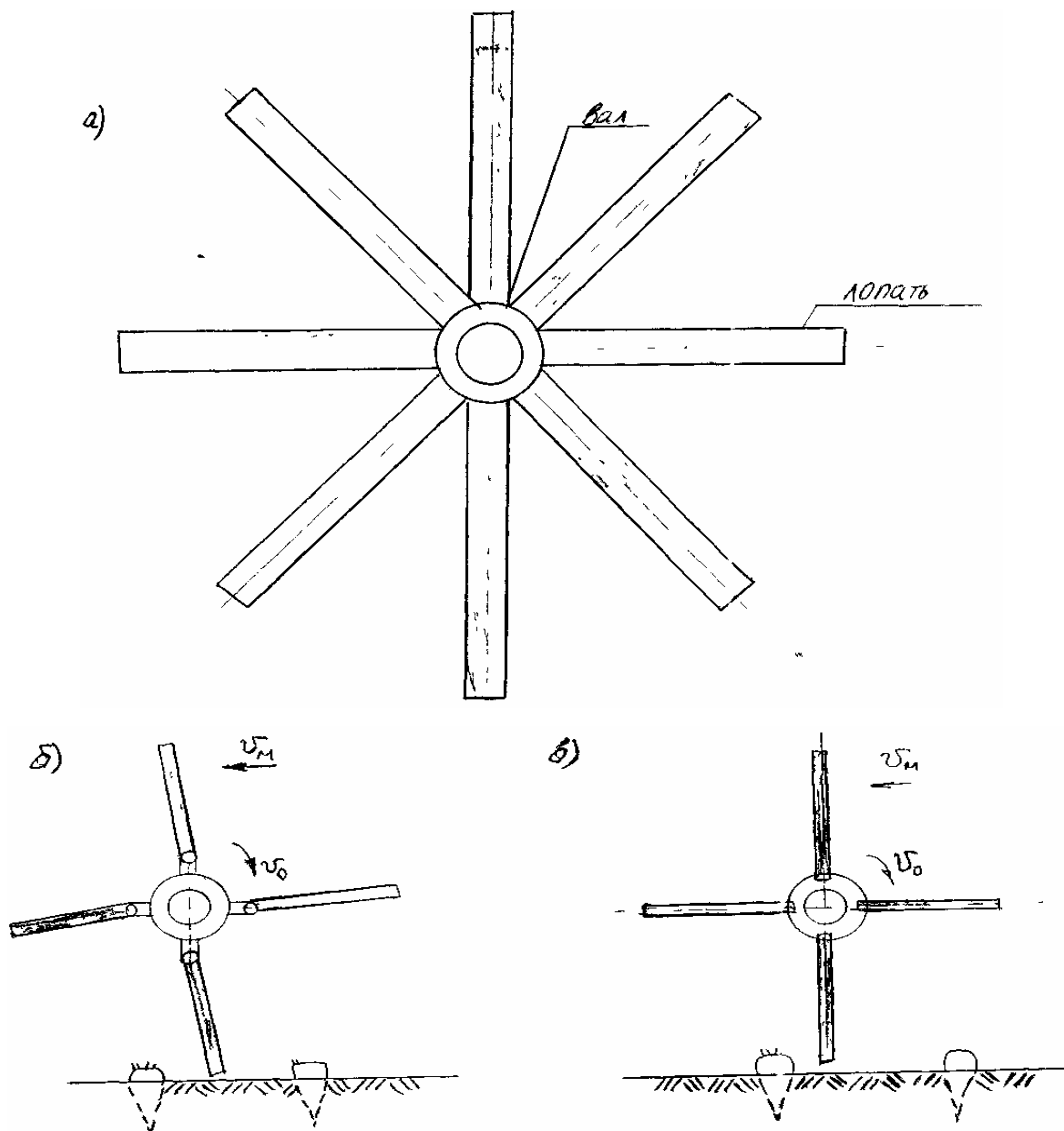


Рис. 1.16. Робочий орган лопатевого очисника

Очисники даного типу використовуються майже в усіх бурякосіючих країнах з різними модифікаціями робочих органів (лопатей). Основною ж їх

перевагою є те, що свою працездатність вони зберігають і на підвищених швидкостях, а при встановленні вала під кутом і видаляють рештки. Були спроби і розташувати вал з очисними лопатями і вздовж рядків, проте збільшення рядності збиральних машин зробило конструкцію недоцільною.

Цікавими є ротаційні очисники, але пошкодження і вибивання коренеплодів із ґрунту, а також засмічення оброблених рядків цими очисниками не дозволили поки що використовувати їх у машинах для обрізання гички.

Досить розповсюдженим є очисники роторно-гвинтового типу з вертикальною віссю обертання (рис. 1.17), які, проте, при підвищених швидкостях пошкоджують коренеплоди і навіть вибивають їх з рядка.

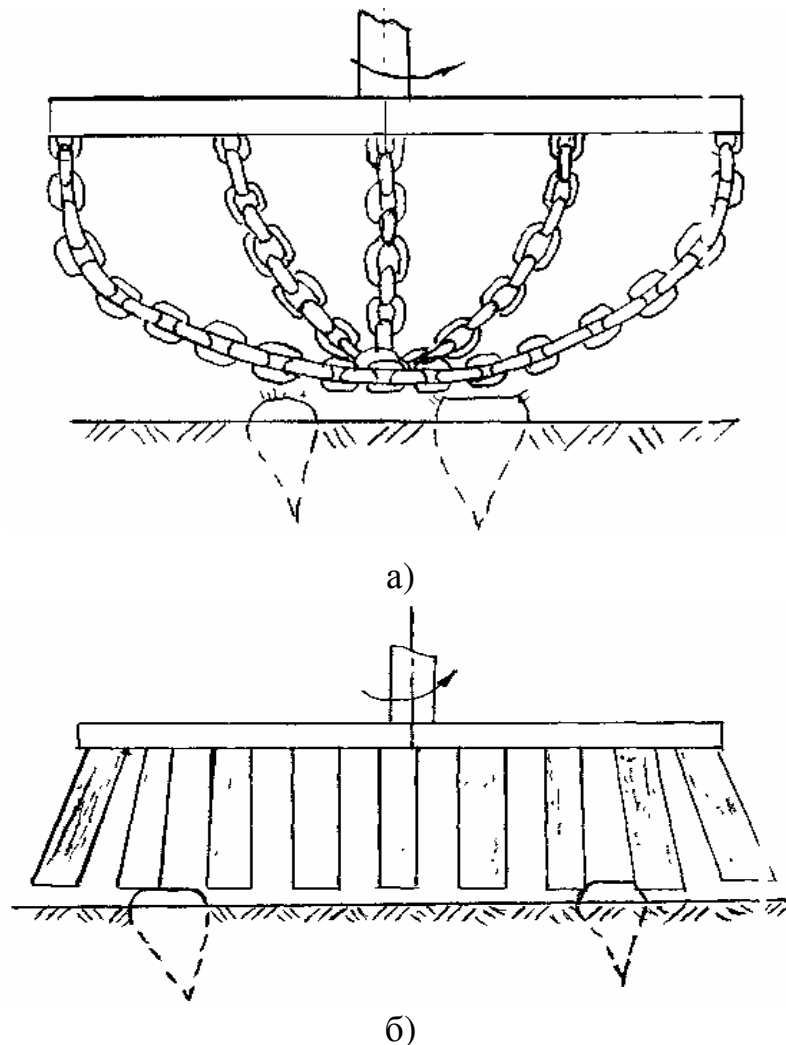


Рис. 1.17. Робочі органи очисників з вертикальною віссю обертання:

а – ланцюговий, б – лопатевий.

Останнім часом широке застосування отримали очисники роторно-гвинтового типу, встановлені як під кутом до повздовжньої осі рядків, так і поперек. Їх перевага – вони виносять залишки гички з рядків за межі очищувальної зони. Цей напрямок в основному набув практичного впровадження у шестирядних машинах БМ-6, БМ-6Б(6А), ОГД-6, ОГД-6А, а також у деяких машинах фірми “Moreau”. Основними очисними елементами їх є лопатки, виготовлені з гумової або прогумованої стрічки.

Очисник з робочими органами, які представляють собою набір дисків з зубчатою робочою поверхнею і пасивним копіром (рис. 1.18) ковзаючого типу за результатами досліджень показав низьку якість очистки при значних пошкодженнях коренеплодів.

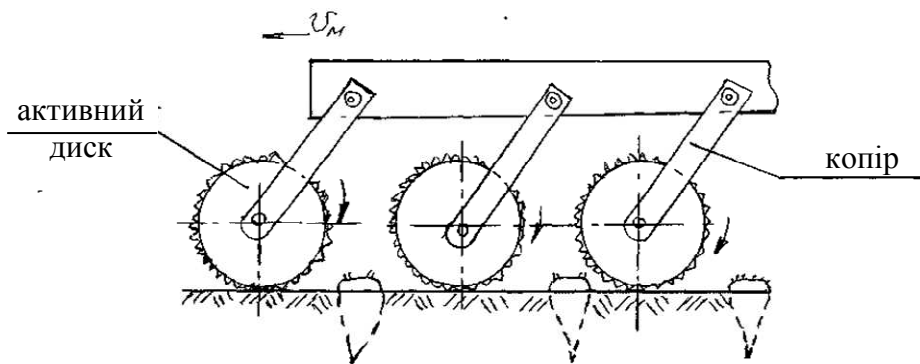


Рис. 1.18. Робочі органи доочищувача

Очищення коренеплодів скоблінням є перспективним завдяки ощадливому режиму роботи та незначному травмуванню головок коренеплодів. Через що окремі конструктивні схеми очисників, особливо вібраційні і секторні, потребують поглибленого дослідження. Характерними представниками такого типу машин є СКД-2М і СКД-3 англійської фірми “Gartford Viktor”.

Основний тип кріплення робочих органів очисників – шарнірний. Однак, як показала практика, очисники із жорстким кріпленням більш надійні у роботі [14, 27].

Характерною ознакою очисників такого типу є жорстке закріплення похилих металевих пластин на бокових поверхнях дисків секторів або рам. При цьому останні можуть бути підтиснені автономними або центральною пружиною. У процесі функціонування робочі елементи копіюють головку коренеплоду, що забезпечує високу якість очищення.

За розташуванням в технологічній схемі переважний розвиток отримало встановлення очисника за гичкозрізувальними робочими органами машини.

В самохідних комбайнах для збирання коренеплодів очисник розміщується між гичкозрізуючими і викопуючими робочими органами. Основний тип кріплення робочих елементів до корпусу очисника – шарнірний, проте існують конструкції з жорстким кріпленням очисних елементів, що значно спрощує конструкцію і підвищує її надійність. Проте в цьому випадку зростає кількість пошкоджених коренеплодів.

Для якісного збирання коренеплодів важливо, щоб очисники не лише очищували головки коренеплодів, а і видаляли рештки гички з рядків на зібрану частину поля. З цією метою вал роторних очисників доцільно розміщувати під кутом до осі рядка.

За типом приєднання очисника до машини переважне поширення набули причіпні та начіпні очисники. Привід таких очисників комбінований (редуктори, кардани, ланцюги і паси).

Велика різноманітність очисників і принципу їх дії вказує на те, що ще не визначилась конструкція, яка б в повній мірі задовольнила тим вимогам, що пред'являються до очисників.

В якості основного критерію оцінки ефективності роботи очисника прийнято залишкову кількість зв'язаної з коренеплодами гички.

1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

Найбільшого розповсюдження здобули очисники з горизонтально розташованим роторним робочим органом, який обертається в бік, протилежний руху машини. Вал з таким робочим органом розташовується перпендикулярно до рядків. Основним недоліком даних очисників є те, що лопаті, обертаючись, входять в контакт із ґрунтом і на тертя по ґрунту витрачається велика потужність. Крім того, при високому виступанні головки коренеплоду над рівнем ґрунту, можливе вибивання його із ґрунту.

Широкого застосування набули очисники роторно-гвинтового типу, встановлені як повздовж рядка, так і під кутом до повздовжньої осі рядків. Їх перевага – вони виносять залишки гички із зони рядків на вже зібрану частину поля. Їх основними очисними елементами є лопатки, виготовлені з гумової або прогумованої стрічки.

Очисники такої конструкції найкраще відповідають нормативам агротехнічних вимог, проте якість роботи не у всіх випадках задовільна.

Так, наприклад, основними недоліками очисника ОГД – 6 є:

- а) швидке зношування робочих органів (лопатеї) внаслідок їх тертя по ґрунту;
- б) на тертя витрачається значна ефективна потужність, що збільшує енергоємність машини;
- в) у випадку коли головки коренеплодів високо виступають відносно рівня ґрунту коренеплоди або вибиваються з рядка, або сильно пошкоджуються, що призводить до значних втрат цукроносної маси.

У кваліфікаційній роботі бакалавра необхідно розробити таку конструкцію доочищувача головок коренеплодів, яка б дозволила уникнути вищевказаних недоліків і забезпечити виконання технологічного процесу очищення головок цукрового буряка у відповідності до агротехнологічних вимог.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ

2.1. Обґрунтування конструктивної схеми очисника головок коренеплодів

Для забезпечення якісного виконання технологічного процесу доочищення головок коренеплодів від залишків гички вал очисника доцільно розташовувати під кутом до осі рядка для видалення решток гички із зони рядків на вже зібрану частину поля.

Найбільш ефективними є роторні очисники головок коренеплодів, робочі органи яких обертаються в напрямку протилежному до напрямку руху машини.

Схожий принцип роботи закладено в технологічну схему дообрізування головок коренеплодів ОГД – 6, що застосовується для очищення головок коренеплодів в агрегаті з машиною БМ – 6А або роздільно. Очисник даної конструкції найкраще задовольняє агротехнічним вимогам, проте якість роботи не у всіх випадках задовільна. основними недоліками очисника ОГД – 6 є:

а) швидке зношування робочих органів (лопатеї) внаслідок їх тертя до ґрунту;

б) на тертя витрачається значна ефективна потужність, що збільшує енергоємність машини;

в) у випадку коли головки коренеплодів високо виступають відносно рівня ґрунту коренеплоди або вибиваються з рядка, або сильно пошкоджуються, що призводить до значних втрат цукроносної маси.

Запропонована конструкція очисника головок коренеплодів (графічна частина кваліфікаційної роботи) дозволяє уникнути вище вказаних недоліків і забезпечити виконання технологічного процесу очищення головок цукрового буряка у відповідності до агротехнологічних вимог.

Насамперед, внаслідок застосування копіювального пристрою виключається тертя робочих органів до землі, внаслідок чого зменшуються витрати ефективної потужності на привід. Завдяки заміні гумових лопатей билами із дроту значно збільшується термін служби робочих органів. Застосування копіювального пристрою запобігає вибиванню коренеплодів із землі, а з'єднання пакету бил гумовою насадкою дозволяє краще копіювати головку коренеплоду і цим самим покращити якість очищення головок коренеплодів та зменшити залишкову кількість зв'язаної з коренеплодами гички після проходження агрегату.

Очисник головок коренеплодів запропонованої конструкції – начіпного типу, агрегується з тракторами типу класу 1,4 і 2 самостійно або в агрегаті з гичкозрізувальною машиною БМ – 6 (БМ – 6А).

Очисник складається із рами на якій змонтовано механізм приводу, опорно-копіюючі колеса і робочі органи. Механізм приводу включає: карданний вал, конічний редуктор і клинопасову передачу. Робочі органи представлені у вигляді пакетів бил, що кріпляться шарнірно на валу.

Працює до очищувач запропонованої конструкції наступним чином. При пересуванні очисника по полю, потужність від ВВП трактора через карданний вал, конічний редуктор і клинопасову передачу передається на вал з пакетами бил, що обертаються. Очищення головок коренеплодів здійснюється завданням ударів билами по залишках гички на головках коренеплодів.

Запобігання тертя бил по ґрунті забезпечує копіювальний механізм, який при найжджанні на головку коренеплоду піднімається вгору і била вдаряють лише по верхній частині коренеплоду (по залишках гички) збиваючи їх з головки коренеплоду. Ширина між копірами дозволяє частині головки коренеплоду виступати трохи вище копіра, а гумова насадка, яка кріпить пакет бил, згинається і пакет бил копіює головку коренеплоду. Цим досягається якісне доочищення головок коренеплодів.

Вал з пакетами бил розташовано під кутом 15° до перпендикуляра

рядків, що дозволяє видаляти рештки гички з рядків. Це відбувається за рахунок надання решткам гички, що видаляються з головок коренеплодів, певного прискорення, за рахунок якого вони, вдаряючись у захисний кожух, падають на ґрунт за межами рядка. З рядків, які знаходяться з правого краю машини, ці рештки видаляються ступінчасто, – першим пакетом бил на сусідній рядок, потім, підхопленні другим пакетом бил, – на сусідній від нього і т.д., поки крайній лівий пакет бил не викине їх на вже зібрану частину поля. Внаслідок цих перекидань очищена гичка і її залишки подрібнюються і розкидаються по полі для удобрення. Внаслідок великої частоти обертання вала з пакетами бил із ґрунту піднімаються і частинки ґрунту, але захисний кожух не дає їм розповсюджуватись і вони, втративши енергію, осідають.

Оскільки вал з робочими органами знаходиться під кутом до рядка, то копіри теж приймають участь у доочищенні зламуючи високі залишки гички. При русі на копіри діє значна сила зміщення, яка старається виштовхувати копір з рядка. Це сила нейтралізується за рахунок того, що копір з одного боку закріплено шарнірно, а інший його кінець вільний і переміщується в спеціальній гребінці.

Била встановлено таким чином, що вони завдають удару по залишках гички під певним кутом. При зношуванні бил цей кут зменшується, що дозволяє робочому органу весь час ніби “діставати” гичку і видаляти її. При цьому, завдяки копіру, біла вдаряють по «коронці» коренеплоду, уникаючи таким чином пошкодження коренеплоду чи вибивання його з рядка.

У разі виходу із строю одного або кількох бил їх легко замінити і виготовити навіть в польових умовах.

Отже, запропонована конструкція очисника дозволяє якісніше проводити очищення головок коренеплодів і виключає можливість їх травмування чи вибивання з ґрунту.

2.2. Енергетичний розрахунок очисника головок коренеплодів

Загальна потужність N_o , необхідна для роботи очисника головок коренеплодів, складається з потужності на пересування очисника N_n і на обертання вала з робочими органами N_p .

$$N_o = N_n + N_p, \quad (2.1)$$

В свою чергу:

$$N_p = N_{тп} + N_{оп} + N_{дл} + N_{вр} + N_{рз}, \quad (2.2)$$

де $N_{тп}$ – потужність на подолання сил тертя робочих органів по ґрунту, кВт;

$N_{оп}$ – потужність на подолання опору повітря обертанню ротора, кВт;

$N_{дл}$ – потужність, що витрачається на деформацію лопатей, кВт;

$N_{вр}$ – потужність, що витрачається на видалення решток гички з рядка, кВт;

$N_{рз}$ – потужність, що витрачається на руйнування зв'язків гички з головою коренеплоду, кВт.

Розрахунок проводимо паралельно для серійної і проектованої машини.

Потужність на пересування машини по полі:

$$N_n = V_m \cdot (f + i_m) \cdot G_m, \quad (2.3)$$

де V_m – робоча швидкість машини, м/с, $V_m = 1,8$ м/с;

f – коефіцієнт опору кочення коліс машини, $f = 0,12$;

G_m – вага машини, кН відповідно $G_m^{пп} = 8$ кН, $G_m^c = 7,024$ кН;

i_m – синус кута нахилу поля, $i_m = \sin 3^\circ = 0,052$.

Тоді,

$$N_n^{пп} = 1,8 \cdot (0,12 + 0,052) \cdot 8 = 2,16 \text{ кВт.}$$

$$N_n^c = 1,8 \cdot (0,12 + 0,052) \cdot 7,024 = 1,89 \text{ кВт.}$$

Потужність на подолання сил тертя між лопатями і землею:

$$N_{mn} = P_n \cdot f_n \cdot \sqrt{\frac{\varphi}{9} \cdot V_p^2 \cdot \cos^2 \beta + \frac{\varphi}{3} \cdot V_p \cdot V_m \cdot \cos \beta + \sin \gamma_p + V_m^2}, \quad (2.4)$$

де P_n – нормальна реакція поверхні ґрунту, $P_n = 0,724$ кН;

f_n – коефіцієнт тертя ковзання лопатей по ґрунту, $f_n = 0,42$;

φ – максимальний кут повороту граничних перетинів елемента ротора при заданій деформації, $\varphi = 1,5$ рад;

V_p – швидкість ротора, $V_p = 20,4$ м/с;

β – кут повороту елемента ротора з моменту контакту лопаті з головкою коренеплоду до її вертикального положення, $\beta = 35^\circ$;

γ_p – кут встановлення осі машини до осі ротора, $\gamma_p = 75^\circ$.

Для серійної машини:

$$N_{mn}^c = 0,724 \cdot 0,42 \cdot \sqrt{\frac{1,5}{9} \cdot 20,4^2 \cdot \cos^2 35^\circ + \frac{1,5}{3} \cdot 20,4 \cdot 1,8 \cdot \cos 35^\circ + \sin 75^\circ + 1,8^2} = 2,46 \text{ кВт.}$$

Для проектованої машини $N_{та}^{пп} = 0$.

Потужність на подолання опору повітря:

$$N_{on} = \frac{K_{заг} \cdot \gamma_n \cdot i_{заг} \cdot v_k \cdot n_p^3 \cdot (R_p^4 - R_m^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot g}, \quad (2.5)$$

де $K_{заг}$ – загальний аеродинамічний коефіцієнт обертання ротора, $K_{заг} = 6 \cdot 10^{-3}$;

γ_n – густина повітря, $\gamma_n = 12,9 \cdot 10^{-3}$ кН/м³;

$i_{заг}$ – загальна кількість очисних елементів $i_{заг}^{пп} = 672$ шт., $i_{заг}^c = 96$ шт.;

v_k – ширина очисного елемента, $v_k^c = 0,042$ м, $v_k^{пп} = d_c = 0,004$ м;

n_p – частота обертання ротора очисника, $n_p = 540$ об/хв;

R_p – радіус ротора, $R_p^{np} = 0,36$ м, $R_p^c = 0,34$ м;

R_r – радіус труби (вала), $R_r = 0,041$ м;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с².

$$N_{on}^{np} = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 672 \cdot 12,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,004 \cdot 540^3 \cdot (0,36^4 - 0,041^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot 9,81} = 10,85 \text{ кВт.}$$

$$N_{on}^c = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 96 \cdot 12,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,042 \cdot 540^3 \cdot (0,34^4 - 0,041^4) \cdot \pi^3}{162 \cdot 9,81} = 16,07 \text{ кВт.}$$

Потужність на руйнування зв'язків гички з головкою коренеплоду:

$$N_{pz} = \frac{P_p \cdot \pi \cdot n_p \cdot \left(R_p - \frac{a_c}{2} \right)}{30}, \quad (2.6)$$

де P_p – сила опору руйнування зв'язків гички з головкою коренеплоду,

$P_p = 12,3 \cdot 10^{-3}$ кН;

a_c – середня висота гички після зрізання гички, $a_c = 0,02$ м.

$$N_{pz}^{np} = \frac{12,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 540 \cdot \left(0,36 - \frac{0,02}{2} \right)}{30} = 0,24 \text{ кВт.}$$

$$N_{pz}^c = \frac{12,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 540 \cdot \left(0,34 - \frac{0,02}{2} \right)}{30} = 0,23 \text{ кВт.}$$

Потужність на видалення решток гички з рядка:

$$N_{ep} = V_m \cdot \frac{60}{n_p} \cdot K_g \cdot \frac{1}{g} \cdot B_p \cdot a_c \cdot \sqrt{V_m^2 + V_p^2 + 2V_m \cdot V_p \cdot \sin \gamma_p}, \quad (2.7)$$

де K_b – коефіцієнт, що враховує багатократність дії елементів ротора на частинки решток рослин, $K_b = 3$;

B_p – робоча ширина захвату машини, $B_p = 2,7$ м.

$$N_{ep}^{np} = 1,8 \cdot \frac{60}{540} \cdot 8 \cdot \frac{1}{9,81} \cdot 2,7 \cdot 0,02 \cdot \sqrt{1,8^2 + 20,4^2 + 2 \cdot 1,8 \cdot 20,4 \cdot \sin 75^\circ} = 0,15 \text{ кВт.}$$

$$N_{вр}^c = 0,15 \text{ кВт.}$$

Потужність на деформацію лопатей:

$$N_{ол} = \frac{i_{заг} \cdot E \cdot I \cdot \varphi \cdot K_e}{450 \cdot H_o}, \quad (2.8)$$

де E – модуль пружності матеріалу, $E^c = 1,4 \cdot 10^2$ – для лопатей, $E^{np} = 1,1 \cdot 10^2$ – для матеріалу бил;

I – найменший момент інерції поперечного перерізу елемента очисника, $см^4$, $I^{np} = 1,256 \cdot 10^{-3}$, $см^4$; $I^c = 2,3 \cdot 10^{-3}$, $см^4$;

K_e – коефіцієнт, що враховує кількість елементів, котрі знаходяться в контакті з головкою коренеплоду, $K_e^{np} = 0,25$, $K_e^c = 0,31$;

H_o – вільна довжина очисних елементів, $H_o^{np} = 28$ см, $H_o^c = 27$ см.

$$N_{ол}^{np} = \frac{672 \cdot 1,1 \cdot 10^2 \cdot 1,256 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 0,25}{450 \cdot 28} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ кВт.}$$

$$N_{ол}^c = \frac{96 \cdot 1,4 \cdot 10^2 \cdot 2,3 \cdot 1,2 \cdot 0,25}{450 \cdot 27} = 0,77 \text{ кВт.}$$

Таким чином, загальна потужність:

$$N_o^{np} = 2,16 + 0 + 10,85 + 0,24 + 0,15 + 2,2 \cdot 10^{-3} = 13,4 \text{ кВт.}$$

$$N_o^c = 1,89 + 2,46 + 16,07 + 0,23 + 0,15 + 0,77 = 21,57 \text{ кВт.}$$

2.3. Розрахунок копіювального пристрою

Розрахункова схема для визначення опорних реакцій подана на (рис. 2.1).

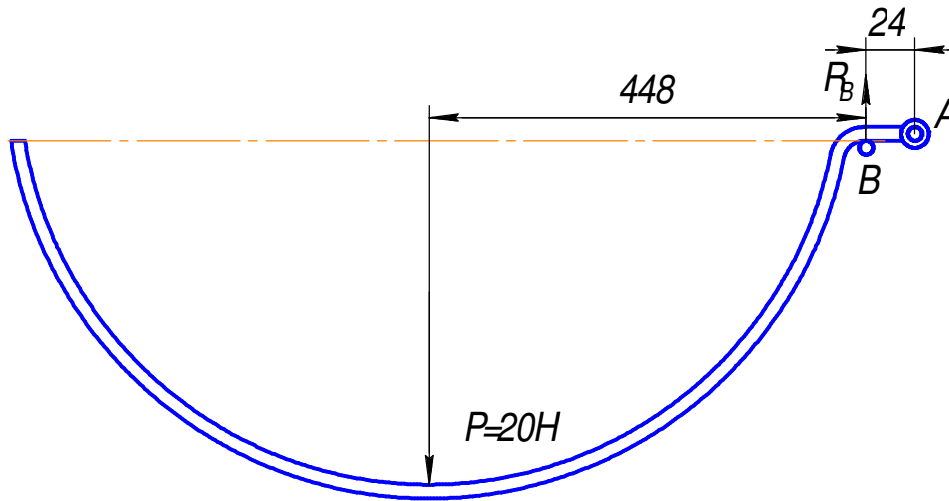


Рис. 2.1. Розрахункова схема копіювального пристрою

Для визначення реакції опори В складемо рівняння моментів відносно точки А.

$$\Sigma M_a = P \cdot 448 - R_B \cdot 24 = 0.$$

Звідки:

$$R_B = \frac{P \cdot 448}{24} = \frac{20 \cdot 448}{24} = 383 \text{ Н.}$$

Розраховуємо палець як балку на двох опорах (рис.2.2). Згідно зображеної схеми визначаємо реакції опор R_a та R_m .

Складемо рівняння моментів відносно т. А.

$$\Sigma M_a = P \cdot 44 + P \cdot 88 + P \cdot 132 + P \cdot 176 - R_m \cdot 220 = 0.$$

Звідки:

$$R_m = \frac{383 \cdot 44 + 383 \cdot 88 + 383 \cdot 132 + 383 \cdot 176}{220} = 766 \text{ Н.}$$

За аналогією $R_a = 766 \text{ Н.}$

Для побудови епюр поперечних сил та згинаючих моментів візьмемо найбільш характерні точки: А, В, С, D, Е, М.

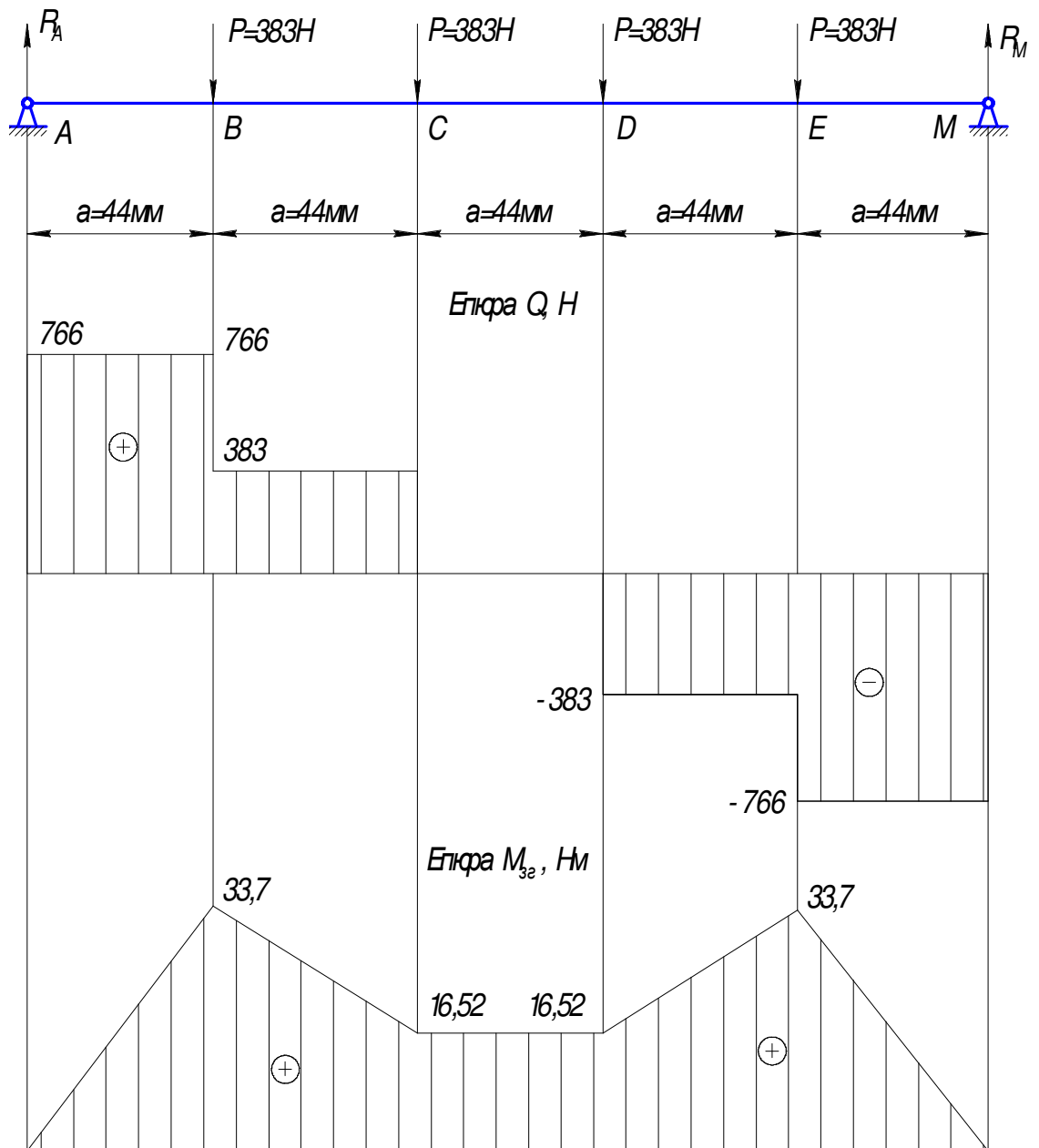


Рис. 2.2. Схема балки та епюри сил згинаючих моментів

Точки А, М:

$$Q_a = Q_M = R_a = R_M = 766 \text{ H};$$

$$M_a = M_M = 0$$

Точка В:

$$Q_{\text{вл}} = R_a = 766 \text{ H};$$

$$Q_{\text{вл}} = -P = 766 - 383 = 383 \text{ H};$$

$$M_B = R_a \cdot a = 766 - 0,044 = 33,7 \text{ Нм.}$$

$Q_{взл}$ і $Q_{вп}$ – поперечні сили зліва і справа від перерізу.

Точка С:

$$Q_{Сзл} = Q_{вп} = 383 \text{ Н};$$

$$Q_{Сп} = Q_{вп} - P = 383 - 383 = 0;$$

$$M_C = M_B - P \cdot a = 33,7 - 383 \cdot 0,044 = 16,52 \text{ Нм.}$$

Точка D:

$$Q_{Dзл} = Q_{Сп} = 0;$$

$$Q_{Dп} = Q_{Сп} - P = 0 - 383 = -383 \text{ Н};$$

$$M_D = M_C = 16,52 \text{ Нм.}$$

Точка E:

$$Q_{Eзл} = Q_{Dп} = -383 \text{ Н};$$

$$Q_{Eп} = Q_{Dп} - P = -383 - 383 = -766 \text{ Н};$$

$$M_E = M_D + P \cdot a = 16,52 + 383 \cdot 0,044 = 33,7 \text{ Нм.}$$

Як бачимо з епюри $M_{зг}$ найбільш небезпечними є перетини В і E. В цих точках $M_{зг\max} = 33,7 \text{ Н}\cdot\text{м} = 33700 \text{ Н}\cdot\text{мм}$.

Визначимо мінімальний діаметр осі з умови міцності:

$$\frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma], \quad (2.9)$$

де $[\sigma] = 600 \text{ н/мм}^2$ [1] для даного матеріалу.

Звідки:

$$W \geq \frac{M}{[\sigma]} = \frac{33700}{600} = 56,1 \text{ мм}^3.$$

Тоді, визначимо мінімальний діаметр пальця:

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W}{\pi}}, \quad (2.10)$$

$$d_{\min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 56,1}{3,14}} = 8,1 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр пальця $d = 12 \text{ мм}$, що забезпечує умову міцності.

2.4. Розрахунок пера копіра

Розрахункова схема міцності пера копіра подана на (рис. 2.3).

Для спрощення будемо розглядати копір, як консольну балку із змінним поперечним перерізом.

Як відомо для консолі найбільший згинаючий момент діє в точці жорсткого закріплення консолі і він дорівнює:

$$M = P \cdot h,$$

де P – сила, що прикладена до копіра $P = 80$ Н;

h – плече сили (довжина копіра) $h = 395$ мм;

$$M = 80 \cdot 395 = 31600 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

При русі пера копіра по головках коренеплодів виникають бокові зусилля внаслідок розташування вала ротора під кутом до напрямку рядків. Тому необхідно розрахувати дану конструкцію на міцність. Аналізуючи схему (рис. 3.3) бачимо, що при перетині площинами перпендикулярними осі O_y і площині пера копіра у нас будуть різні перетини форми поверхні. Характерними точками будуть точки K і M . В точці K перетинається лише зовнішнє коло пера копіра і в перерізі маємо прямокутник з параметрами $a \cdot b$, які є відповідно шириною і довжиною даного прямокутника. В точці M перетинаються обидві гілки пера і в перерізі буде два прямокутника.

Виведемо залежності для визначення параметра b_1 , оскільки a є постійною величиною.

Як видно з рис. 2.3:

$$b = (x_1 - x_2) \cdot 2, \text{ для двох випадків;}$$

$$x_2 = \sqrt{r_2^2 - (r_2 - y)^2}, \text{ при } y = [0; r_2];$$

$$x_1 = \sqrt{r_1^2 - (r_1 - y)^2}, \text{ при } y = [0; r_1].$$

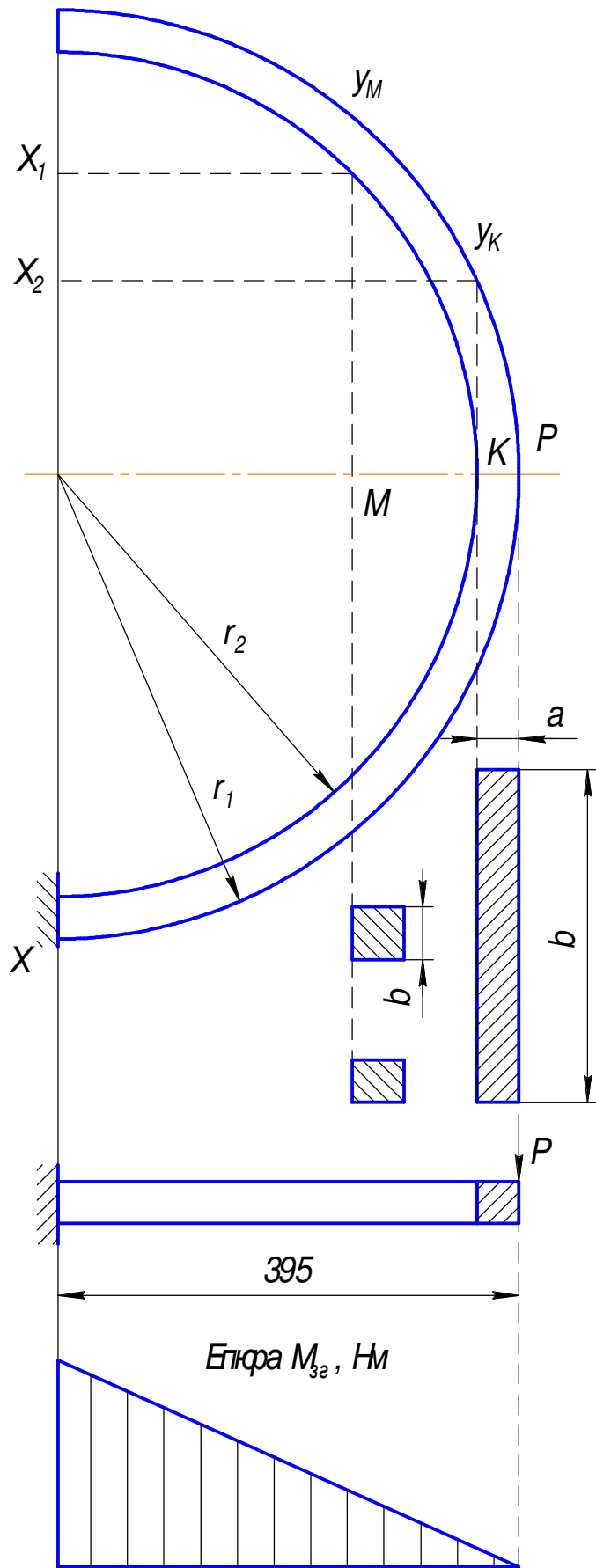


Рис. 2.3. Схема розрахунку копіра та епюра згинаючих моментів

Звідки:

$$b = 2 \cdot \left(\sqrt{r_2^2 - (r_2 - y)^2} - \sqrt{r_1^2 - (r_1 - y)^2} \right).$$

Розрахунок міцності пера копіра на згин проводимо за формулою:

$$\sigma_{зг. \max} = \frac{M}{W(y)} \leq [\sigma].$$

Для розрахунку необхідно визначити найбільш небезпечний переріз, де напруження згину будуть максимальні.

Враховуючи, що

$$M = P \cdot \left(\frac{D}{2} - y \right),$$

та

$$W(y) = \frac{e \cdot (a)^2}{4},$$

визначаємо послідовно дійсні значення параметрів e , W , M , σ як функцію від координати y (рис. 2.8).

Як бачимо із графіка $\sigma_{зг}(y)$ найбільш небезпечним буде переріз в точці $y = 0$. Порівняємо значення максимальних згинаючих напружень в даній точці з допустимими:

$$\sigma_{заг. \max} \geq [\sigma]$$

$$505,0 > 500.$$

Таким чином дійсні напруження не перевищують допустимих більш як на 5%. Можна зробити висновок про працездатність конструкції, але необхідно врахувати динамічне навантаження на перо копіра, яка виникає в момент початку з головкою коренеплоду. Тому введемо коефіцієнт запасу міцності:

$$\sigma'_{3 \max} \leq \frac{[\sigma_{32}]}{K},$$

$$\sigma'_{3 \max} \leq \frac{500}{2} = 250 \text{ Н/мм}^2,$$

де K – динамічний коефіцієнт запасу міцності, $K = 2$ [27].

Як бачимо із рис. 2.8:

$$\sigma_{3г} < \sigma'_{3г. \max}$$

будуть на ділянці $100 < y < 390$ тому, для ділянки $0 < y < 100$ необхідно уточнити значення моменту опору $W_{\text{доп}}$.

$$W_{\text{доп}} = \frac{K \cdot M_{\max}}{[\sigma]}, \quad (2.11)$$

$$W_{\text{доп}} = \frac{2 \cdot 31600}{500} = 126,4 \text{ мм}^3.$$

Будуємо графік даної залежності. Обчисливши уточнене значення v для даної ділянки будуємо графік його залежності від координати y .

$$v = \frac{4 \cdot W_{\text{доп}}}{a^2},$$

$$v = \frac{4 \cdot 126,4}{5^2} = 20,2 \text{ мм}.$$

Враховуючи вище приведену залежність будуємо пара раціонального перерізу в якого момент опору не перевищує уточненого значення $W_{\text{доп}}$.

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок клинопасової передачі приводу ротора

Дано:

$d_1 = 370$ мм - діаметр шківів ведучого валу;

$d_2 = 140$ мм - діаметр шківів веденого валу;

$n_1 = 500$ об/хв - частота обертання ведучого валу.

Передаточне число:

$$U = \frac{d_2}{d_1(1-\xi)}, \quad (3.1)$$

де $\xi = 0,02$ - коефіцієнт пружного ковзання.

$$U = \frac{140}{370 \cdot (1 - 0.02)} = 0.39 \approx 0.40.$$

Попередньо міжосьову відстань визначаємо за формулою

$$a = 1.27(d_1 + d_2); \quad (3.2)$$

$$a = 1.27 \cdot (370 + 140) \approx 650 \text{ мм}.$$

Розрахункову довжину паса визначаємо за формулою:

$$L_{\pi} = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{d_2 - d_1}{4 \cdot a}; \quad (3.3)$$

$$L_{\pi} = 2 \cdot 650 + \frac{\pi}{2}(370 + 140) + \frac{140 - 370}{4 \cdot 650} \approx 2100 \text{ мм}.$$

Із стандартного ряду довжин клинових пасів вибираємо пас із стандартною довжиною 2120 мм.

Уточнюємо міжосьову відстань за формулою:

$$a = \frac{2L_{\pi} - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{[(2L_{\pi} - \pi(d_1 + d_2))]^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2}}{8}; \quad (3.4)$$

$$a = \frac{2 \cdot 2120 - \pi(370 + 140) + \sqrt{[(2 \cdot 2120 - \pi(370 + 140))]^2 - 8 \cdot (140 - 370)^2}}{8} = 649 \text{ мм}$$

Визначаємо кут обхвату пасом ведучого шківів:

$$\alpha_i = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_2 - d_1}{a}, \quad (3.5)$$

$$\alpha_i = 180^\circ - 60^\circ(-0.33) = 200^\circ.$$

Визначаємо сили, що діють в пасовій передачі.

Попередній натяг:

$$F_0 = F\sigma_0 = 4F_1\sigma_0 = 2880H \quad (3.6)$$

де F_1 - площа перерізу одного ременя, см^2 , $F_1 = 6 \text{ см}^2$.

σ_0 - межа міцності паса (120-150 Н/см²), приймаємо $\sigma_0 = 120 \text{ Н/см}^2$.

Швидкість руху паса визначаємо за формулою:

$$V = \frac{d_1 w_1}{2 \cdot 10^3}, \quad (3.7)$$

де $w_1 = 2 \cdot \pi \cdot n$ – колова швидкість руху шківів, об/с.

$$V = \frac{370 \cdot 2 \cdot 3.14 \cdot 500}{2 \cdot 10^3} = 19,4 \text{ м/с}.$$

Визначаємо колове зусилля:

$$F_t = \frac{10^3 P_1}{V}, \quad (3.8)$$

$$F_t = \frac{10^3 \cdot 9.35}{19.4} = 314,4H.$$

Визначаємо зусилля на ведучій ланці:

$$F_{1=} F_0 + \frac{F_1}{2} = 3037,2H.$$

Визначаємо зусилля на веденій ланці:

$$F_{1=} F_0 - \frac{F_1}{2} = 2722,8H.$$

Визначаємо зусилля на ведучому валі:

$$F_{\epsilon 1} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos \alpha} = 5673,2H.$$

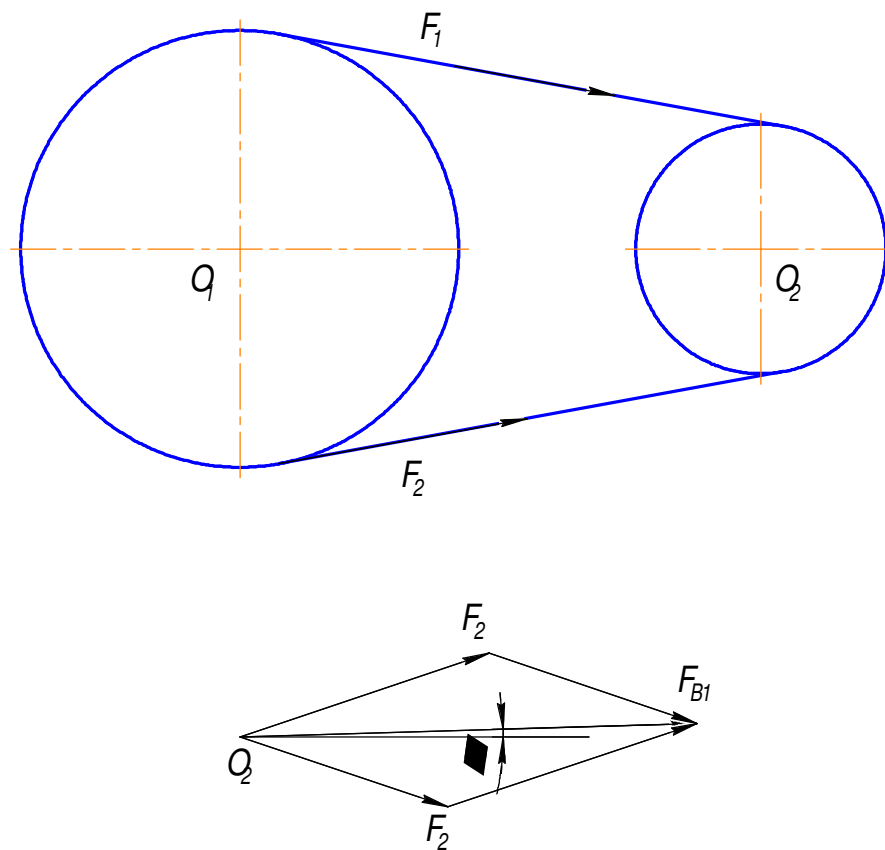


Рис. 3.1. Схема сил, що діють у відкритій клинопасовій передачі

3.2. Розрахунок вала ротора очисника головок коренеплодів

Вал ротора розташований за кінцевим редуктором. Попередній розрахунок вала ротора виконаємо з умови міцності на кручення по допустимих напруженнях. Матеріал валів - сталь 45. Крутний момент у поперечному перерізі вала такий же як і на валах редуктора $T_p = T_2 = 122 \text{ Нм}$. Значення допустимого дотичного напруження візьмемо дещо більшим ніж для валів редуктора, тобто $[\tau_k] = 25 \text{ МПа}$. Діаметр вала визначимо за формулою

$$d_{BP} = \sqrt[3]{\frac{T_P}{0,2 \cdot [\tau_K]}} = \sqrt[3]{\frac{122 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} = 29 \text{ мм},$$

прийmemo $d_{BP} = 35$ мм, діаметр під підшипниками прийmemo $d_{IP} = 40$ мм, решту розмірів вала прийmemo конструктивно.

Прийmemo підшипники легкої серії шарикові радіальні 208.

Проведемо перевірку шпонкового з'єднання. Розміри перерізів шпонки, паза і довжини шпонки вибираємо згідно ГОСТ 23360-78 [19, с.169].

Матеріал шпонки – сталь 45 нормалізована.

Напруження зминання і умова міцності [19, с.170]

$$\sigma_{3M}^{\max} \cong \frac{2T_P}{d_B (h - t_1)(l - b)} \leq [\sigma_{3M}], \quad (3.9)$$

де $[\sigma_{3M}] = 100 - 120$ МПа - допустимі напруження зминання при сталій ступиці.

Для діаметра $d_{BP} = 35$ мм; $b = 10$ мм; $h = 8$ мм; $t_1 = 5$ мм; $l = 45$ мм.

$$\sigma = \frac{2 \cdot 122 \cdot 10^3}{35(8 - 5)(45 - 10)} = 68 \text{ МПа} < [\sigma_{3M}].$$

Умова міцності виконується.

Перевіримо жорсткість вала ротора за рівнянням

$$\theta = \frac{T_P}{G \cdot I_{BP}} \leq [\theta],$$

де G - модуль зсуву, для сталюого вала $G = 8 \cdot 10^4$ МПа;

$[\theta]$ - допустимий кут закручування, прийmemo $[\theta] = 2$ град/м.

I_{BP} - полярний момент інерції поперечного перерізу вала, визначається за формулою

$$I_{BP} = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{3,14 \cdot (0,035)^4}{32} = 1,47 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4.$$

Тоді

$$\theta = \frac{122}{8 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 1,47 \cdot 10^{-7}} = 0,01 \frac{\text{град}}{\text{м}} \leq [\theta] = 2 \frac{\text{град}}{\text{м}}.$$

Жорсткість вала забезпечується.

3.3. Розрахунок біла ротора очисника головок коренеплідів

При обертанні ротора відбувається ударна взаємодія пакету бил ротора з головкою коренеплода.

Умовно розглянемо било ротора як балку довжиною L та діаметром d , один кінець якої жорстко закріплений, а на інший кінець з висоти H падає вантаж вагою P (рис. 3.2).

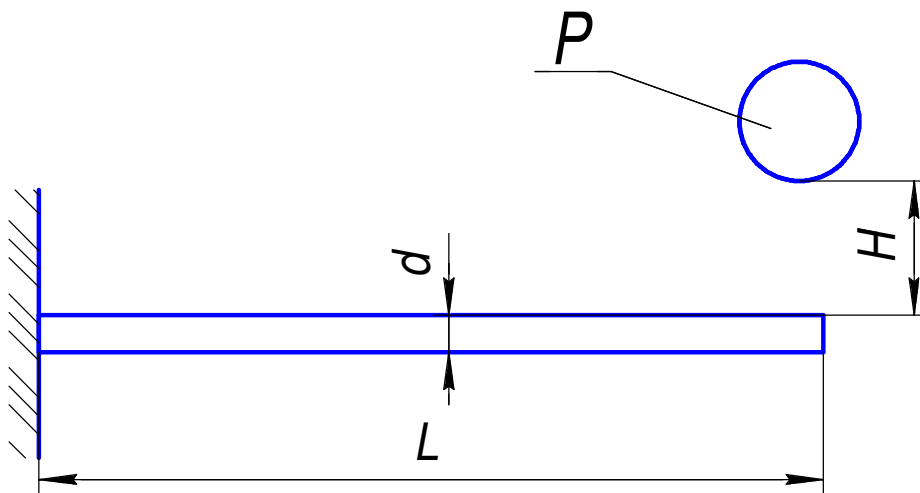


Рис. 3.2. Схема ударного навантаження біла ротора

Міцність біла буде достатня, якщо буде виконуватися умова міцності:

$$\sigma \leq [\sigma], \quad (3.10)$$

де $[\sigma]$ - допустиме напруження від удару при крученні [26], МПа. Для сталі 45 $[\sigma] = 320 \text{ МПа}$.

Визначимо статичну деформацію пакету бил ротора [26]:

$$f_{cm} = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}, \quad (3.11)$$

де P – зусилля, з яким гребінка б'є по грядці, Н. $P = 30 \text{ Н}$.

L – довжина гребінки, м. $L = 0.280 \text{ м}$.

E – модуль пружності, МПа; $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

I – полярний момент інерції перетину пальця гребінки:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{32}; \quad (3.12)$$

де d – діаметр дроту, якого виготовлене било, мм. $d = 4 \text{ мм}$;

Тоді,

$$f_{cm} = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I} = \frac{P \cdot L^3 \cdot 32}{3 \cdot E \cdot n \cdot \pi \cdot d^4} = \frac{30 \cdot 0.28^3 \cdot 32}{3 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot 12 \cdot 3.14 \cdot 0.004^4} = 3.47 \text{ мм},$$

де $n = 12$ – кількість бил в пакеті.

Статичне навантаження на било визначимо за формулою:

$$\sigma_{cm} = \frac{P \cdot L}{W}, \quad (3.13)$$

де W – момент опору перетину била:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{16}. \quad (3.14)$$

Тоді,

$$\sigma_{cm} = \frac{P \cdot L}{W} = \frac{P \cdot L \cdot 16}{\pi \cdot n \cdot d^3} = \frac{30 \cdot 0.280 \cdot 16}{3.14 \cdot 12 \cdot 0.004^3} = 55.7 \text{ МПа.}$$

Визначимо коефіцієнт динамічності:

$$\kappa_{\delta} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot H}{f_{cm}}}; \quad (3.15)$$

де H – умовна висота з якої падає вантаж. Приймаємо $H=20$ мм.

Отже,

$$\kappa_{\delta} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot H}{f_{cm}}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 20}{3.47}} = 4,54.$$

Деформацію біла визначимо з формули:

$$\begin{aligned} f_{\delta} &= \kappa_{\delta} \cdot f_{cm}; \\ f_{\delta} &= 4.54 \cdot 3.47 = 15,7 \text{ мм.} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Визначимо динамічне навантаження, що діє на біло:

$$\begin{aligned} \sigma_{\delta} &= \kappa_{\delta} \cdot \sigma_{cm}, \\ \sigma_{\delta} &= 4.54 \cdot 55.7 = 253 \text{ МПа.} \end{aligned} \quad (3.17)$$

Міцність біла забезпечується, оскільки умова міцності виконується:

$$\sigma = 253 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 320 \text{ МПа.}$$

3.4. Комп'ютерне моделювання вала приводу ротора

Проведемо аналіз напружено-деформованого стану вала приводу ротора очисника головок коренеплодів від крутного моменту, що діє на нього.

За допомогою системи тривимірного моделювання SolidWorks створюємо твердотільну модель вала ротора (рис. 3.3).

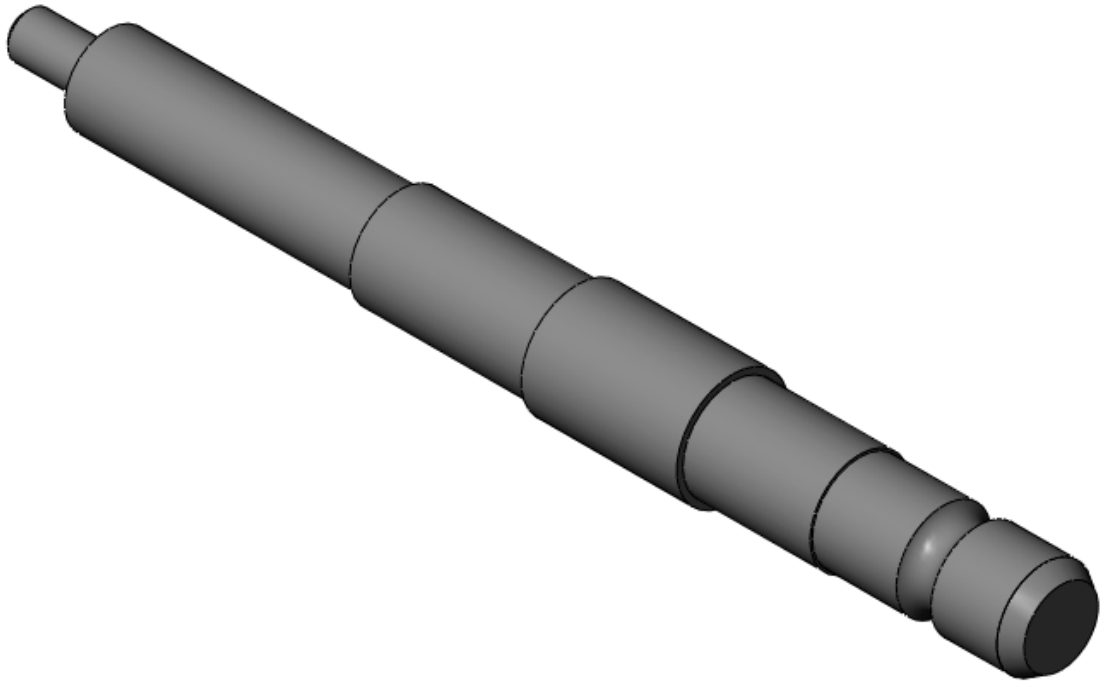


Рис. 3.3. Твердотільна модель вала приводу ротора

За допомогою модуля кінцевоелементного аналізу Simulation системи тривимірного моделювання SolidWorks проводимо аналіз напружено-деформівного стану вала ротора очисника головок коренеплодів.

Для цього створюємо сітку кінцевих елементів на 3D-моделі вала приводу ротора (рис. 3.4).

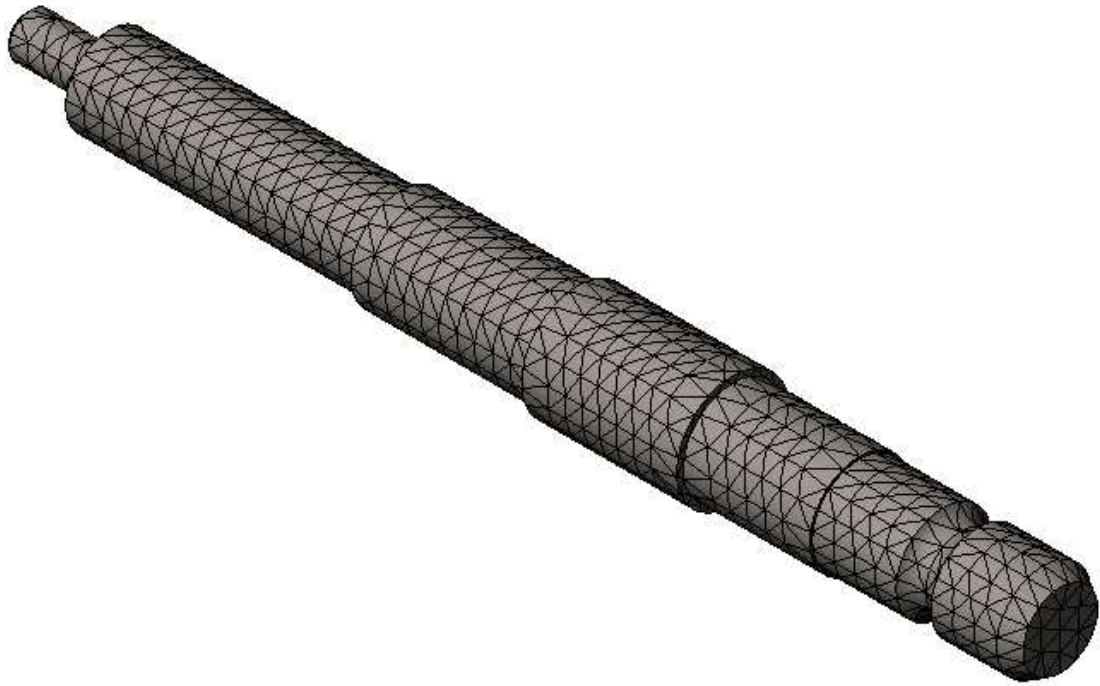
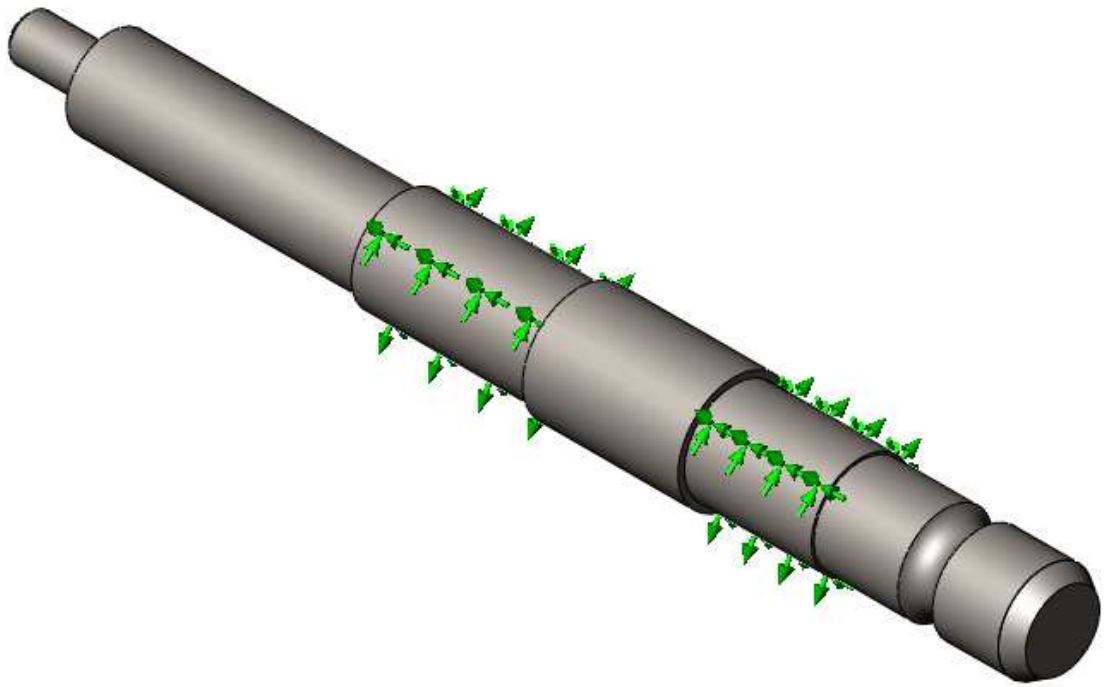


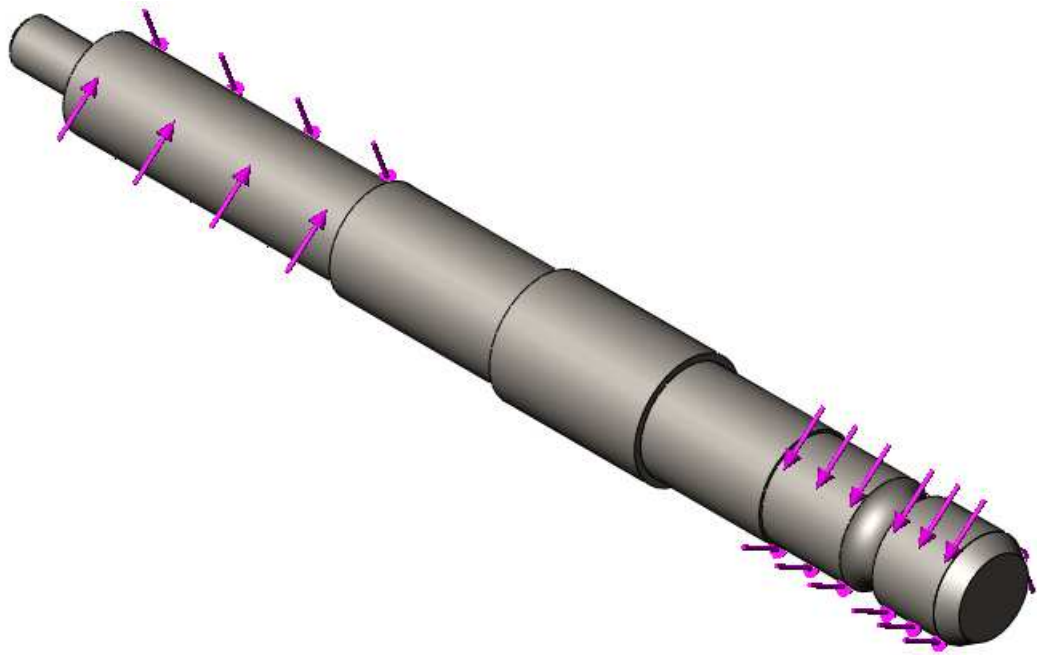
Рис. 3.4. Сітка скінчених елементів вала приводу ротора

Задаємо умови закріплення вала приводу ротора очисника головок коренеплодів – шарніри у місцях встановлення підшипників (рис. 3.5, а).

Задаємо навантаження – крутний момент направлений за годинниковою стрілкою - у місці приєднання до вала труби ротора та крутний момент направлений проти годинникової стрілки – у місці встановлення шківів пасової передачі (рис. 3.5, б). Крутний момент $M=122 \text{ Н}\cdot\text{м}$ на валу приводу ротора очисника головок коренеплодів визначено у пункті 3.1.



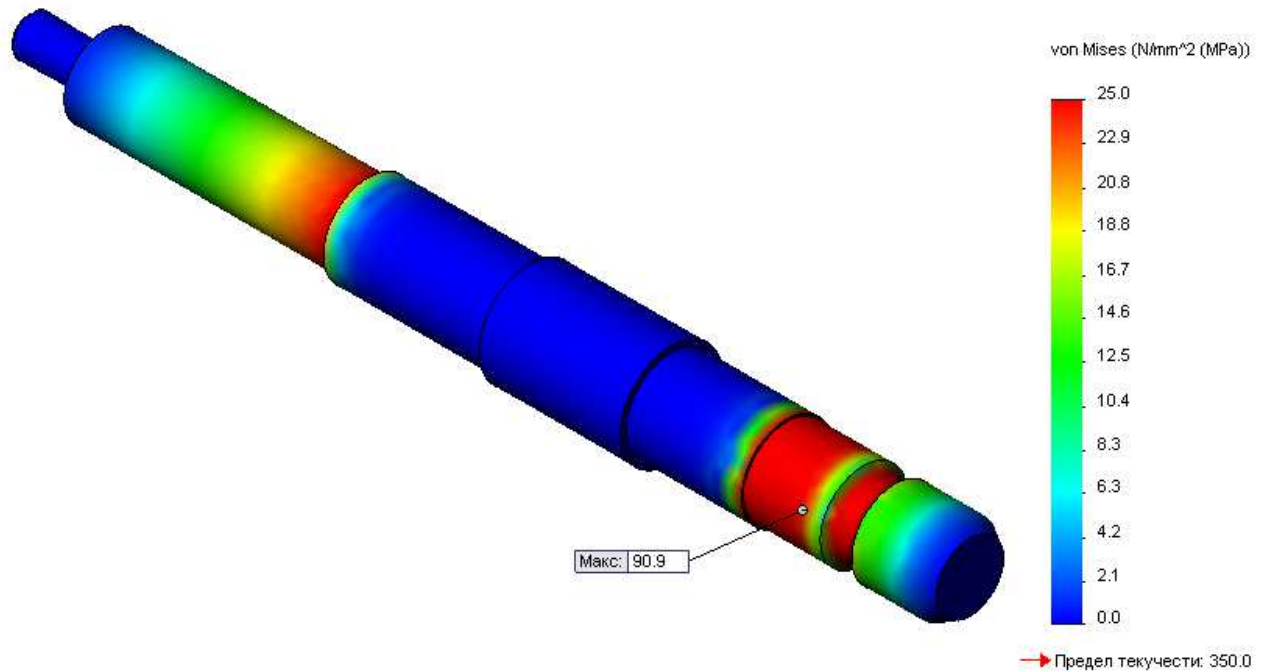
а)



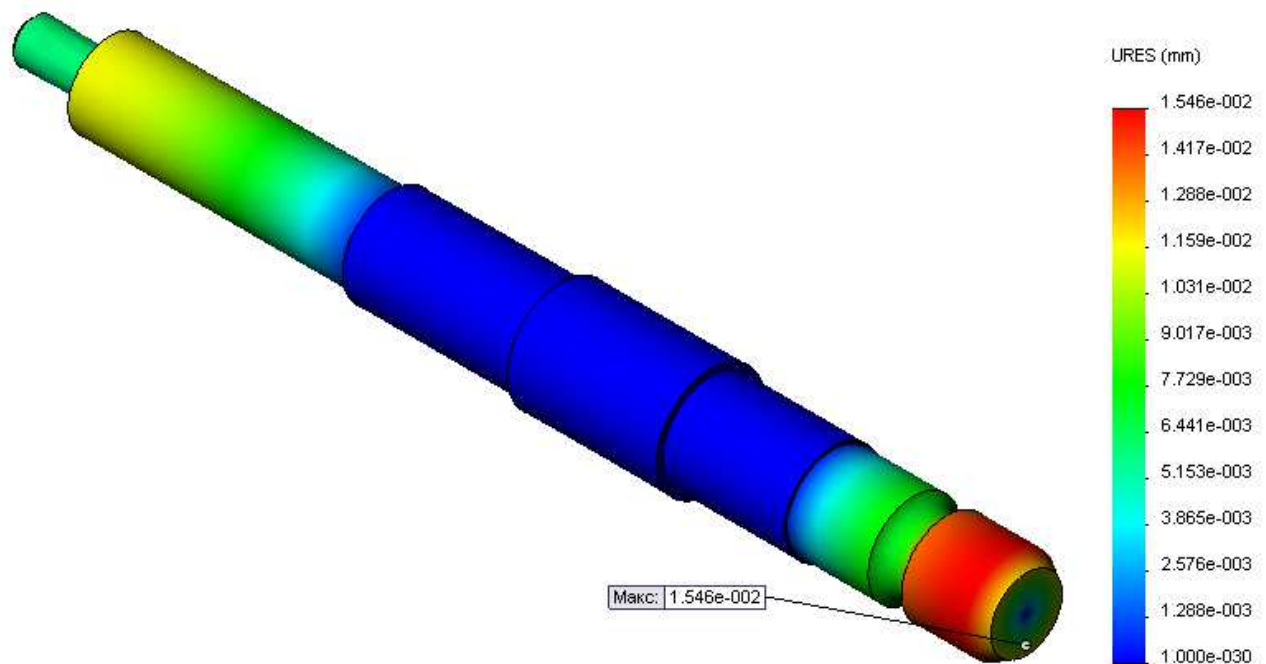
б)

Рис. 3.5. Умови закріплення (а) та навантаження (б) вала приводу ротора очисника головок коренеплодів

Результати розрахунку напружено-деформованого стану вала приводу ротора за допомогою модуля кінцевоелементного аналізу Simulation системи тривимірного моделювання SolidWorks подано на рис. 3.6.



а)



б)

Рис. 3.6. Результати розрахунку НДС вала приводу ротора:
а - напруження, МПа (за теорією Фон Мізеса); б – деформація вала, мм.

Отримані результати розрахунку показують, що максимальні дотичні напруження від крутного моменту в поперечному перетині вала ротора становлять ≈ 91 МПа. Максимальні деформації вала складають $\approx 0,015$ мм.

Розподіл запасу міцності по довжині вала подано на рис. 3.7.

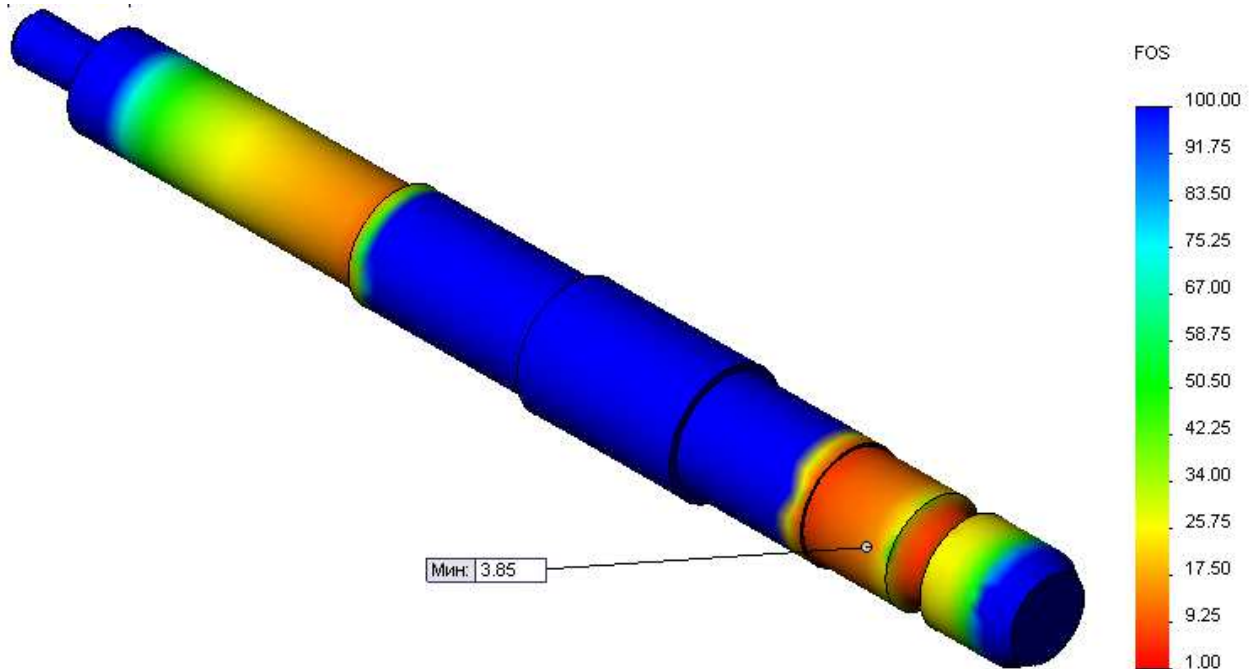


Рис. 3.7. Розподіл запасу міцності по довжині вала пруткового барабана

Мінімальний коефіцієнт запасу міцності вала становить 3,85.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Запобігання виникнення надзвичайних ситуацій

Актуальність проблеми забезпечення природно-техногенної безпеки населення і територій, зумовлена тенденціями зростання втрат людей і шкоди територіям, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами. Ризики надзвичайних ситуацій природнього і техногенного характеру невпинно зростають.

Забезпечення безпеки та захисту населення в Україні, об'єктів економіки і національного надбання держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій повинно розглядатись як невід'ємна частина державної політики національної безпеки і державного будівництва, як одна з найважливіших функцій державної влади, Ради міністрів Автономної республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, виконавчих органів рад.

Вирішальним кроком у цьому напрямі є прийняття Закону України “Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природнього характеру” від 8 червня 2000 року, що визначає стратегічні напрями та засоби вирішення проблеми захисту населення, реальне створення територіальних і функціональних підсистем Єдиної державної системи запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного і природнього характеру та реагування на них.

Найбільш ефективний спосіб зменшення шкоди та збитків від надзвичайних ситуацій – запобігти їх виникненню, а в разі виникнення виконувати відповідні до даної ситуації заходи.

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій – це підготовка та реалізація комплексу заходів, спрямованих на регулювання безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення

надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу (спостережень), експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Зазначені функції запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного і природного характеру в нашій країні покликана виконувати Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру (ЄДСЗР), затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998р №98. ЄДСЗР включає в себе центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, державні підприємства, установи та організації з відповідними силами і засобами, які здійснюють нагляд за забезпеченням техногенної та природної безпеки, організують проведення роботи із запобігання надзвичайним ситуаціям і реагування у разі їх виникнення з метою захисту населення і довкілля, зменшення матеріальних втрат. ЄДСЗР складається з постійно діючих функціональних та територіальних підсистем і має чотири рівні : загальнодержавний, регіональний, місцевий та об'єктовий. Кожен рівень ЄДСЗР має координуючі та постійні органи управління. Координуючими органами ЄДСЗР є:

- на загально державному рівні:
 - Державна комісія з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій;
 - Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення;
- на регіональному рівні – комісії обласних державних адміністрацій з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій;
- на місцевому рівні – комісія районних державних адміністрацій і виконавчих органів рад з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій;
- на об'єктовому рівні – комісії з питань надзвичайних ситуацій об'єктів.

До систем повсякденного управління ЄДСЗР входять оснащені необхідними засобами зв'язку, оповіщення, збирання, аналізу і передачі інформації:

- центри управління в надзвичайних ситуаціях, оперативно-чергові служби уповноважених органів з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення усіх рівнів;

- диспетчерські служби центральних та місцевих органів виконавчої влади, державних підприємств, установ та організацій.

До складу сил і засобів ЄДСЗР входять військові і спеціальні цивільні аварійно-рятувальні (пошуково-рятувальні) формування, які укомплектовуються з урахуванням необхідності проведення роботи в автономному режимі не менше трьох діб і перебувають у стані постійної готовності, а також недержавні (добровільні) рятувальні формування. Залежно від масштабів і особливостей надзвичайної ситуації, що прогнозується або виникла, може існувати один із таких режимів функціонування ЄДСЗР: повсякденної діяльності, підвищеної готовності, діяльності у надзвичайній ситуації, діяльності у надзвичайному стані.

З метою ліквідації наслідків надзвичайної ситуації у мирний час може поводитися цільова мобілізація.

Ефективність функціонування систем захисту населення і територій досягається через завчасну підготовку, оперативне реагування та ефективне управління під час надзвичайних ситуацій, своєчасне відновлення життєдіяльності населення в їх зоні.

Держава, як гарант права людини на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха створює систему цивільної оборони, яка має своєю метою захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру.

4.2. Безпека праці при використанні начіпних та причіпних сільськогосподарських машин

Стандарт ДСТУ 2489-93 встановлює загальні вимоги, які забезпечують безпеку праці при використанні начіпних і причіпних машин, транспортуванні і зберіганні і загальні ергономічні вимоги до робочого місця оператора.

Конструктивне виконання машин та здійснення ними функціонального призначення повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ 2189-93 з урахуванням: загальних вимог безпеки згідно ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002: пожежної безпеки згідно з ГОСТ 12.1.004 та „Загальними правилами пожежної безпеки для об’єктів сільськогосподарського виробництва”, біологічної безпеки за ГОСТ 12.1.008; вимог до знаків безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026; вимог до загородження та блокіровок, а також до засобів малої механізації згідно з ГОСТ 12.2.042.; ергономічних вимог згідно з ГОСТ 12.2.049.

Кути поперечної статичної стійкості повинні бути:

- для машин у агрегаті з енергетичним засобом – не менше 30° для машин, виконаних на базі тракторних причіпів та напівпричіпів згідно з ГОСТ 10000-75;
- сільськогосподарський агрегат з колісним енергозасобом (ЕЗ) повинен мати навантаження на керовані колеса не менше 0,2 від експлуатаційної маси ЕЗ.

Зміщення центру тиску відносно середини поверхні опорної гусениці сільгоспагрегата на базі гусеничного ЕЗ не повинно перевищувати 0,2 довжини опорної поверхні гусениць. Для забезпечення поздовжньої стійкості і необхідного навантаження на керовані колеса допускається встановлення баластних вантажів, з масою одного вантажа не більше 20 кг.

Наявність на причіпних, напівпричіпних машинах робочих та стояночних гальм повинна бути встановлена у технічних вимогах. Стоянкові гальма повинні утримувати машину на схилі не менше 18%.

Устаткування робочими та стоянковими гальмами і страховими ланцюгами (тросами) типу тракторних причіпів або напівпричіпів є обов'язковим.

Машини, ширина яких перевищує габарит енергозасобу, повинні бути устатковані світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного, передні – білого кольорів. Розташування їх на машині – згідно з ГОСТ – 8769.

Допускається замість світлоповертачів нанесення на елементи продукції машини кругів, трикутників або прямокутників червоного або білого кольорів, вписаних в окружність діаметром 100 мм.

Допускається також нанесення на елементи конструкції машини чергування червоних та білих або жовтих та чорних смуг під кутом 45 ° до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм. Вони також можуть наноситися на сигнальні щити не менше 250×250 мм.

Смуги та фігури повинні бути виконані із світловідбивних матеріалів (фарба, плівка та інше).

Машини, які при агрегуванні з енергозасобами закривають прилади світлової сигналізації енергозасобу, повинні бути устатковані власними приладами світлової сигналізації.

На машинах типу причіпів або напівпричіпів ззаду зліва повинен бути нанесений знак обмеження максимальної швидкості. Кольорове зображення знака згідно з ГОСТ 10807; діаметр – від 160 до 250 мм, ширина кайми – 1/10 діаметра; на цих машинах повинна бути зазначена гранична вантажопідйомність.

Машини повинні мати місця стропування і, при необхідності, для встановлення домкратів. Повинні бути позначені фарбою, відмінною від загального фону машини.

Навісні машини повинні мати швидкоз'єднуючі зчіпні пристрої. У технічно обґрунтованих випадках швидкоз'єднуючі зчіпні пристрої допускається не з'єднувати.

Конструкція машин повинна забезпечувати можливість їх навішування та приєднання до ЕЗ одним оператором. Виняток обумовлюється в технічних умовах на машину.

Причіпні та напівпричіпні машини повинні мати жорсткі причіпні пристрої. Машини, які призначені для роботи в гірських умовах, повинні бути устатковані зчіпною петлею, яка обертається навколо поздовжньої осі. Машини та робочі органи повинні бути устатковані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

Машини з перекидними кузовами устатковують приладами для фіксації кузова у піднятому положенні (на одну із сторін або назад).

Машини, які працюють з соломистими та іншими легкозаймистими матеріалами, повинні устатковуватись приладами для кріплення серійних засобів пожежогасіння: одного вогнегасника (порошкового або вуглекислого типу), штикової лопати та швабри. Окрім цього заправник скрапленого аміаку повинен мати окреме місце для кріплення бачка для води ємністю не менше 10 л.

Місця встановлення засобів пожежогасіння повинні біти легкодоступними та забезпечувати їх знімання без застосування інструменту.

Карданні вали передачі крутного моменту від валу відбору потужності ЕЗ до валу прийому потужності ЕЗ повинні відповідати вимогам ГОСТ 13758. Зовнішні поверхні усіх захисних засобів приводів та карданів повинні бути пофарбовані у сигнальний колір: червоний або жовтий.

Допускається, замість суцільного фарбування, нанесення 3–4 смуг сигнального кольору – з кутом 45° на поверхні плоских захисних засобів.

Машини, які мають робочі місця оператора, повинні бути обладнані: площадками, підніжками, поручнями, сидіннями, тентом або, по вимозі замовника – кабіною. Ширина робочої площадки оператора повинна бути не менше 600 мм, довжина – не менше 1000 мм. Основа площадок, сідця – підніжки повинна бути виконана з матеріалів, які забезпечують протиковзання. Робоче місце оператора повинно бути захищено від викидання ґрунту з-під коліс та робочих органів машини.

Місця обслуговування машин повинні знаходитися на висоті від 700 до 1300 мм від опори ніг оператора. У технічно обґрунтованих випадках допускається збільшення цього розміру.

Загальне число робочих рухів операторів на хвилину не повинно перевищувати 25.

Елементи конструкції машин повинні забезпечувати безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні та ремонті.

Машини, які мають робочі місця оператора, повинні мати систему звукової сигналізації для зв'язку з оператором ЕЗ. Рівень звуку звукового сигналу повинен бути на 8 дБ вище рівня звуку зовнішнього шуму від роботи самого агрегату.

На видних місцях елементів конструкції машин повинні бути написи, або закріплені таблички з написами безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки та щодо розміщення важелів керування.

ВИСНОВКИ

Підвищення якісних показників процесу очищення головок коренеплодів повинно базуватися на пошуку нових конструктивних рішень робочих органів та компонувальних схем коренезбиральних машин, теоретичному обґрунтуванні їх конструктивних та технологічних параметрів.

Запропонована конструктивна розробка до очисника головок коренеплодів дозволяє зменшити кількість пошкоджених коренеплодів та степінь їх пошкодження. При застосуванні запропонованої технології видалення гички зменшуються прямі експлуатаційні затрати і затрати праці, що дозволяє зекономити кошти при тій же продуктивності агрегату.

Ефективність очисника головок коренеплодів забезпечується за рахунок розташування вала очисника під кутом до осі рядка для видалення решток гички із зони рядків на вже зібрану частину поля. Робочі органи очисника обертаються в напрямку протилежному до напрямку руху машини. Застосування копіювального пристрою виключає тертя робочих органів до землі, внаслідок чого зменшуються витрати ефективної потужності на привід. Завдяки заміні гумових лопатей білами із дроту значно збільшується термін служби робочих органів. Застосування копіювального пристрою запобігає також вибиванню коренеплодів із землі, а з'єднання пакету бил гумовою вставкою дозволяє краще копіювати головку коренеплоду і цим покращити якість очищення головок коренеплодів та зменшити залишкову кількість зв'язаної з коренеплодами гички після проходження агрегату.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Надикто В.Т., Будзанівський М.І. Динаміка коливань очисника головок коренеплідних культур від залишків гички на корені. Вісник аграрної науки. 2023, №2 (839). С. 43–52.
2. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Будзанівський М.І., Головач І.В., Ігнат'єв Є.І. Експериментальне дослідження якості роботи очисника головок коренеплідних культур від залишків гички на корені. Вісник аграрної науки. 2023. №10. С. 47–54.
3. Булгаков В.М., Адамчук В.В., Надикто В.Т., Головач І.В., Будзанівський М.І. Побудова математичної моделі коливального руху фронтально встановленої гичкозбиральної машини. Механіка та автоматика агропромислового виробництва: загальнодержавний збірник. ІМА АПВ НААН. Глеваха, 2023. Вип. № 1 (115). С. 11–32.
4. Вдосконалення барабанного очисника головок коренеплідів: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / О.О. Герасимчук / Луц. держ. техн. ун-т. – Луцьк, 2001. – 19 с.
5. Войтюк Д.Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994. – 446 с.
6. Гайченко В.А. Основи безпеки життєдіяльності людини. – К.: МАУП, 2002. – 232с.
7. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; К.: Урожай, 1987 – 368 с.
8. Довідник з механізації виробництва цукрових буряків / В.І.Паламарчук, А.М. Козачук та ін.; За ред. О.О. Проценка. – К.: Урожай, 1981 – 232 с.
9. Довідник з охорони праці в сільському господарстві / За ред. С.Д. Лахмана. – Київ: Урожай, 1990. – 396 с.

10. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / За ред. А.Ф. Головчука. – Кн. 3: Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов. – К.: Грамота, 2005. – 576 с.
11. Маковецький О.А. Механізація виробництва цукрових буряків / Погорілий Л.В., 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1991. – 184 с.
12. Мартиненко В. Силовий розрахунок процесу очищення головок коренеплодів // Вісник Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя. – Тернопіль: ТДТУ, 1997. – № 1. – 142 с.
13. Мартиненко В. Теоретичні основи розрахунку робочих органів гичкозбиральних машин, які працюють методом скобління // Вісник Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя. – Тернопіль: ТДТУ, 1998. – № 3. – 146 с.
14. Мартиненко В.Я. Механіко-технологічні основи підвищення ефективності робочих органів гичкозбиральних машин. Дис...докт.техн.наук: 05.05.11.- Тернопіль, 2000.- 374 с.
15. Механізація технологічних процесів в буряківництві (збірник наукових праць) / Роїк Н.В., Балан В.Н., Барштейн П.А. та ін.; за ред. Роїк Н.В. - К.: УААН, 1994 – 188 с.
16. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів вертикального очисника головок коренеплодів цукрових буряків: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / В.Д. Орехівський / УААН. Нац. наук. центр "Ін-т механізації та електрифікації сіл. госп-ва". – Глеваха, 2002. – 20 с.
17. Опір матеріалів під ред. Г.С. Писаренка. – К.: Вища школа, 1973 – 672 с.
18. Проблеми і перспективи створення бурякозбиральної техніки / Погорілий П.В., Войтюк Л.П., Серeda Л.П. – Вінниця, 1996. – 182 с.
19. Проектування приводів загальномашинобудівного призначення / В. І. Мороз, В. В. Захарченко, О. В. Надтока та ін. – Харків, 2020. – 206 с.
20. Рибак Т.І., Попович П.В., Сташків М.Я. Концепція пошукового конструювання мобільної техніки в АПК // Загальнодержавний

- міжвідомчий наук.-техн. зб. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Вип. 39. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – С. 40-47.
21. Розробка конструкцій та обґрунтування параметрів очисників коренеплодів: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / О.Б. Павелчак / Луц. держ. техн. ун-т. – Луцьк, 2000. – 18 с.
 22. Розробка та обґрунтування параметрів доочисних транспортерів бурякозбиральних машин: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / І.Г. Тунік / Луц. держ. техн. ун-т. – Луцьк, 2000. – 19 с.
 23. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред.. О.І. Зінченка. – К Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
 24. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
 25. Сисолін П.В. Методи проектування сільськогосподарських машин для полеводства. – К.: Темплан, 1993. – 152 с.
 26. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. – Т.1. Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
 27. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні: монографія / Р. Б. Гевко, І. Г. Ткаченко, Р. М. Рогатинський, С. В. Синій та ін. – Тернопіль : Осадца Ю. В., 2020. – 216 с.
 28. Т.І. Рибак, М.І. Підгурський, М.Я. Сташків. Оцінка надійності несучих конструкцій і вузлів бурякозбиральних комбайнів на початковій стадії розвитку тріщин // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2005. – Випуск 35. – С. 33-38.
 29. Рибак Т.І., Підгурський М.І., Сташків М.Я. Проблемні питання проектування і розрахунку бункерів самохідних бурякозбиральних комбайнів // Технічний сервіс АПК, техніка та технології у

- сілськогосподарському машинобудуванні. – Харків: ХДТУСГ, 2005. – Випуск 39. – С. 221 – 226.
30. Підгурський М.І., Сташків М.Я., Хомик Н.І. Про опір дискових копачів бурякозбиральних комбайнів // Сільськогосподарські машини. Зб. Наук. праць. – Вип. 15. – Луцьк: Ред. – вид. відділ ЛДТУ, 2007. – С. 218-221.
31. Вплив зміни опору дискових копачів на навантаження несучих конструкцій бурякозбиральних комбайнів / М.Я. Сташків, М.І. Підгурський, О.В. Мильніков, П.В. Попович // Вісник ХНТУ сільського господарства ім. П. Василенка «Механізація сільського господарства». – Харків, 2007. – Вип. 59. – Т.1. – С. 153 – 159.
32. Т. Рибак, М. Підгурський, М. Сташків. Проблеми пошукового конструювання сільськогосподарських машин // Техніка АПК, 2007.- №11-12. – С. 6-9.
33. Сташків М.Я. Підвищення довговічності активного плоского ножа дообрізувача гички цукрових буряків / М.Я. Сташків, О.П. Цьонь // Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. - Вип. 139 «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва». – Харків: ХНТУСГ, 2013. - С. 226-230.
34. Рибак Т.І. Вплив перерозподілу зусилля різання активного ножа дообрізувача гички буряків на його довговічність / Т.І. Рибак, О.П. Цьонь, М.Я. Сташків // Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва» – Харків: ХНТУСГ, 2014. - Вип. 151 - С. 222-227.
35. Яценко В.Г. Технологія індустріального виробництва цукрових буряків, К.: Урожай, 1987.

ДОДАТКИ