

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 технології викопування картоплі з розробкою

робочих органів малогабаритного картоплекопача

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

спеціальності

208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Гурник Я.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Сташків М.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Сташків М.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(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 Гурнику Ярославу Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології викопування картоплі з розробкою
робочих органів малогабаритного картоплекопача

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 викопування картоплі; типовий технологічний процес викопування картоплі; базова конструкція машини для викопування картоплі

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)

1. Картоплекопач. Складальне креслення. 2. Рама. Складальне креслення. 3. Вал.

4. Ніж. Складальне креслення. 5. Грохот. Складальне креслення. 6. Леміш. 7. Кронштейн.

Складальне креслення. 8. Деталювання. 9. Комп'ютерне моделювання напружено - деформованого стану рами картоплекопача.

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Гурник Ярослав Вікторович

Тема роботи – „Удосконалення технології викопування картоплі з розробкою робочих органів малогабаритного картоплекопача”.

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 викопування картоплі з розробкою робочих органів малогабаритного картоплекопача.

Об’єкт дослідження – технології викопування картоплі.

Предмет дослідження – робочі органи малогабаритного картоплекопача.

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

Отримані результати:

- проведено аналіз сучасних технологій збирання картоплі та конструкцій картоплезбиральних машин і їх робочих органів;
- проведено аналіз агротехнічних, естетичних та ергономічних вимог до картоплекопача;
- обґрунтовано функціональну схему малогабаритного картоплекопача запропонованої конструкції;
- розраховано та обґрунтовано основні конструктивні параметри лемеша картоплекопача та відкидних пальців лемеша;
- визначено продуктивність картоплекопача та його тяговий опір;
- визначено необхідну потужність для роботи картоплекопача;
- вибрано енергетичний засіб для агрегування картоплекопача;

- розраховано на міцність опорні колеса, раму картоплекопача та шліцеве з'єднання приводного валу грохота картоплекопача з валом відбору потужності енергозасобу;

- виконано проектні розрахунки з використанням комп'ютерного моделювання;

- подано заходи охорони праці та техніки безпеки при використанні малогабаритного картоплекопача з активною системою сепарації бульбовороху.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано удосконалення технології викопування картоплі, яка передбачає застосування малогабаритного картоплекопача із активною системою сепарації бульбовороху.

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 – 62 арк. формату А4, додатки – 2 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 10 арк. формату А4.

Ключові слова: картопля, технологія викопування картоплі, машини для викопування картоплі, технологічні параметри.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КАРТОПЛІ.....	9
1.1. Аналіз технологій та машин для збирання картоплі.....	9
1.2. Агротехнічні вимоги до картоплезбиральної машини.....	25
1.3. Обґрунтування конструкції картоплезбиральної машини.....	29
2. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА.....	33
2.1. Обґрунтування конструктивних параметрів лемеша картоплекопача ..	33
2.2. Розрахунок параметрів відкидних пальців лемеша	37
2.3. Визначення продуктивності картоплекопача.....	38
2.4. Визначення тягового опору картоплекопача	40
2.5. Визначення необхідної потужності для роботи картоплекопача.....	41
2.6. Вибір енергетичного засобу.....	43
3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	44
3.1. Розрахунок опорних коліс.....	44
3.2. Розрахунок шліцевого з'єднання.....	46
3.4. Розробка моделі об'єкту проектування	49
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	52
4.1. Ідентифікація джерел підвищеної небезпеки.....	56
4.2. Загальні вимоги безпеки до причіпних і начіпних сільськогосподарських машин.....	56
ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	59
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Згідно статистичних даних виробництво картоплі в Україні за останні роки складало: 1990 р. – 16,7 млн. тонн, 1994 – 16,1 млн. тонн, 1998 – 15,4 млн. тонн, 1999 р. – близько 14,5 млн. тонн, 2006 р. – близько 17 млн. тонн.

Таким чином, виходячи із середньої врожайності площа під картоплю в Україні в середньому становить 1,6 млн. га, з них 95% (1,5 млн. га) – в селянських господарствах, де всі роботи, крім оранки, виконуються вручну і витрачається на це понад 11 люд–год/ц, решта площ (80–100 тис. га) – в колективних господарствах різних організаційних форм власності.

Урожайність картоплі в країні в середньому знаходиться в межах 100 ц/га, а загальний валовий збір становить близько 15 млн. тонн (в сприятливі роки може досягати майже 20 млн. тонн) на рік, тобто потреба в одній із найважливіших продовольчих культур в сучасних умовах практично задовольняється. До того слід додати, що щорічно до 6 млн. тонн картоплі використовується на годівлю тварин і переробку її на крохмаль і спирт.

Виходячи з потреб населення – 130 кг картоплі на особу на рік, для споживання її потрібно виробляти близько 6,8 млн. т. На згодовування тваринам і технічні потреби потрібно близько 10 – 30 %, тобто ще 2 млн. т. Крім того на насіння потрібно вирощувати 25% картоплі, або 2,2 млн. т. Витрати картоплі на всіх стадіях (вирощування, збирання, зберігання) становить 30%, що становить 3,3 млн. т. Таким чином мінімальний валовий збір картоплі в Україні повинен бути не менше 14,3 млн. т [10].

Зараз середня урожайність цієї культури по Україні в межах 10-12 т/га. Для цього посівних площ повинно бути 1,2 млн. га. На цей час в колективних господарствах картоплю вирощують менш ніж на 100 тис га і в особистих господарствах на площі близько 1,5 млн. га. Тобто в особистих господарствах виробництво картоплі становить майже 94% [10].

За останні роки площі під картоплю в спілках скоротились з 440 тис. га до 100 тис га, а в приватних господарствах зросли з 990 тис га до 1,5 млн. га за рахунок виділення площ під колективні городи, дачні ділянки та за рахунок фермерських господарств [10].

Звичайно, при становищі, коли в особистих господарствах виробляють 94% картоплі значну увагу держави потрібно спрямовувати на розвиток технологій і засобів механізації саме в приватному секторі, який характеризується наявністю малих площ 0,05 – 2 га.

Якщо в спеціалізованих колективних господарствах на великих площах є можливість механізувати всі технологічні операції і довести затрати праці до 0,2–0,5 люд.-год/ц продукції, то на малих ділянках в кілька сотих гектара механізація малодоступна і малоефективна, а затрати праці складають 12–15 люд.-год/ц, тобто в приватному секторі затрати праці на картоплярство залишаються в 25–75 разів вищими.

Світовий досвід використання одно- та дворядних машин для виробництва картоплі на малих площах досить суттєвий. Використовуючи цей досвід, можна створювати машини, поставити їх на виробництво і цим значно підвищити ефективність виробництва.

Ще в 1992 році розроблена «Національна програма виробництва машин та технологічного устаткування для сільського господарства, харчової та переробної промисловості». Ця програма затверджена і включає розробку і випуск машин та обладнання для виробництва картоплі як в колективних так і особистих господарствах [10].

Виходячи з вищенаведеного, актуальність розробки нової чи удосконалення існуючої конструкції картоплезбиральної машини для фермерських та присадибних ділянок є очевидною.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА МАШИН ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КАРТОПЛІ

1.1. Аналіз технологій та машин для збирання картоплі

Технологічний процес збирання картоплі, в залежності від використовуваних засобів механізації, включає наступні основні операції: підкопування (викопування) бульб, відділення (сепарація) бульб від ґрунту, відрив бульб від бадилля, видалення бадилля і рослинних решток, відділення каміння і інших домішок, завантаження бульб в тару чи транспортуючі засоби. Можуть бути і додаткові операції: попереднє видалення бадилля або сортування бульб на фракції.

При збиранні картоплі з сильно розвинутим бадиллям для запобігання забивання робочих органів начіпних машин так і комбайнів бадилля попередньо видаляють. Видалення бадилля (хімічним або механічним способом) полегшує не тільки роботу машини, а і роботу робітників, що зайняті на підборі бульб після картоплекопачів.

На даний час практичне застосування мають три основних види технологічних процесів збирання:

1. Викопування бульб картоплекопачами з вкладанням їх на поверхню поля і подальшим ручним збиранням;

2. Збирання картоплекопачами з причіпними робочими столами, на яких робітники вручну відбирають бульби і пакують їх у тару;

3. Збирання комбайнами.

При останньому способі розділяють три варіанти: пряме комбайнування, роздільне (двофазне) комбайнове збирання (підбір комбайнами валків, попередньо вкладених на поверхню картоплекопачами) і збирання комбінованим способом.

Комбінований спосіб використовують в основному на легких ґрунтах. Він дозволяє значно підвищити продуктивність картоплезбиральних комбайнів. При цьому способі картоплекопач-валкоукладач викопує два ряди картоплі, частково відділяє бульби від ґрунту, рослинних решток і вкладає картоплю в валок між двома сусідніми рядками. Картоплезбиральний комбайн, що рухається за копачем, підкопує незбирані рядки картоплі і одночасно підбирає валок, розташований між ними, доочищає бульби і завантажує їх в транспортні засоби. Таким чином, за один прохід комбайн обробляє бульби картоплі з чотирьох рядків, за рахунок чого підвищується продуктивність. Але використовувати комбінований спосіб можна тоді, коли комбайн задовільно працює при прямому комбайнуванні.

Роздільний спосіб доцільно використовувати в умовах підвищеної вологості. Картоплекопач викопує бульби, частково відділяє від них ґрунт і вкладає бульби в валок. Валок може бути утворений з двох або чотирьох викопаних рядків картоплі. В валках бульби підсихають і проходять стадію світлового гартування. Потім картоплезбиральний комбайн підбирає бульби з валка, доочищає їх і завантажує їх в транспортні засоби.

Загалом, при роздільному і комбінованому збиранні досягається підвищення продуктивності в 2–4 рази, зменшуються затрати праці в 2,3–3,0 рази, енергомісткість в 1,6 рази, пального – 1,8–2,3 рази. Випробування показали, що пошкодження бульб копачем-валкоутворювачем становить лише 2%, а підбирачем – 1,8%, тобто в сумі 3,8%, втрати бульб відповідно 1,5 та 1,4%, що в сумі складає лише 2,9%. Однак, чистота бульб в тарі є ще незадовільною, оскільки немає машин або робочих органів для видалення грудок, твердіших за бульби з шару ґрунту, де росте картопля та недостатні засоби боротьби з бур'янами, вміст яких становить 20–40 т/га.

На сьогодні для збирання картоплі широко використовуються одно-, дво-, три- і чотирирядні комбайни, як правило напівпричіпні.

Основні техніко-експлуатаційні показники, які характеризують їх технічний рівень, наведені на рис. 1.1. Графіки побудовані за результатами випробувань [2].

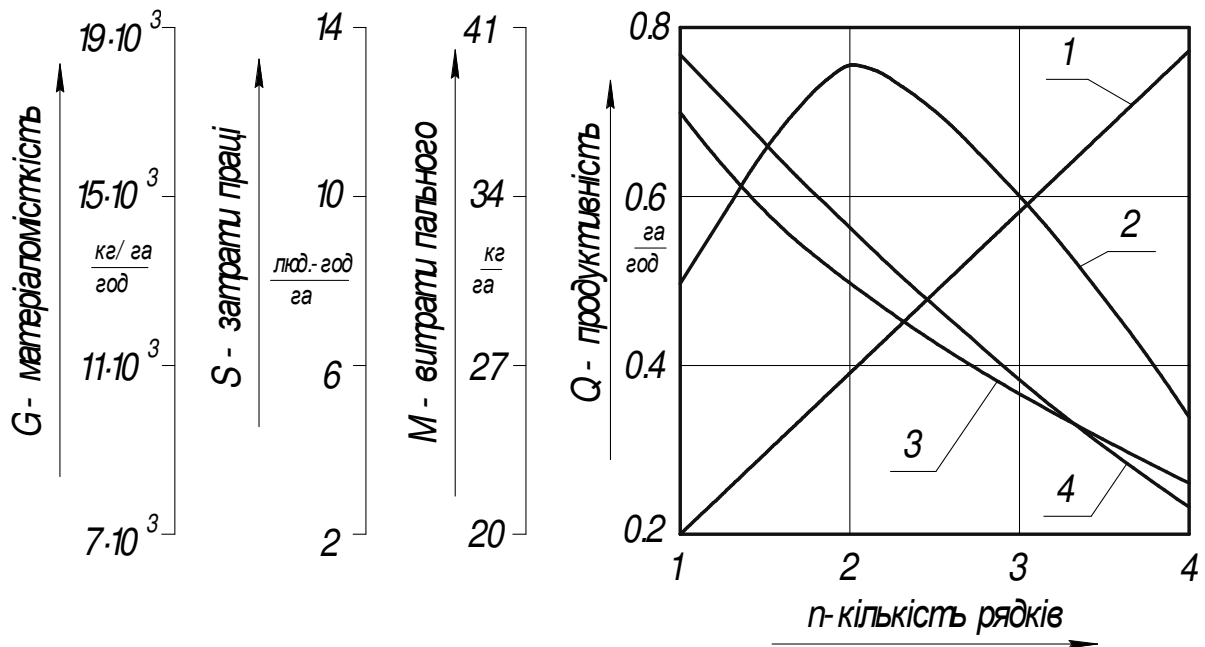


Рис. 1.1. Залежність основних техніко-експлуатаційних показників картоплезбиральних комбайнів від їх рядності n :

- 1 – продуктивність Q ; 2 – витрати пального M ;
- 3 – затрати праці S ; 4 – матеріаломісткість G .

Виходячи із наведених даних, видно, що із збільшенням рядності комбайнів їх основні техніко-експлуатаційні показники значно підвищуються. Але на практиці, в основному, використовують одно- і дворядні комбайни. Це пов'язано з ускладненням конструкції багаторядних комбайнів.

Одно- і дворядні комбайни також складні, а продуктивність їх занадто низька 0,1–0,4 га/год, в той час як ціна однорядного комбайна – 30–50 тис. доларів, дворядного – 70–100 тис. доларів. Виходячи з цього стає актуальним питання підвищення ефективності використання одно- і дворядних комбайнів. Найбільш високих техніко-експлуатаційних показників роботи одно- і

дворядних комбайнів можна досягти при роздільному і комбінованому (тільки для дворядного комбайна) способах збирання картоплі. Роздільне і комбіноване збирання забезпечує більш якісне збирання і зберігання бульб.

Із наведеного вище на найближчу перспективу можна намітити такі шляхи розвитку механізації картоплярства на Україні:

- картоплю вирощувати на легких за механічним складом ґрунтах, де фізико-механічні властивості дозволяють застосовувати найменшу кількість спеціальних машин з найпростішими робочими органами;

- один подрібнювач бадилля, один копач-навантажувач, а при роздільному або комбінованому збиранні – копач-валкоутворювач;

- у визначених для виробництва картоплі районах зосередити будівництво підприємств для переробки її на напівфабрикати і зберігання з послідуною доставкою як напівфабрикатів, так і свіжих бульб автотранспортом в райони, де ця культура не вирощується.

Таким чином підвищення ефективності виробництва картоплі шляхом збільшення урожайності і зниження затрат ресурсів може бути досягнуто шляхом розробки нових і удосконалених технологічних процесів та машин для виробництва картоплі. Машини необхідно доопрацювати у напрямку зменшення її маси та підвищення надійності.

Повна механізація збирання картоплі забезпечує викопування бульб, розділення вороха картоплі і виконання завантажувально-розвантажувальних робіт без використання ручної праці. Найбільш важковирішувальна і важлива задача – розділення вороха картоплі, полягає у відділенні від бульб дрібних грудок, бадилля, бур'янів.

В сучасних картоплезбиральних машинах широко використовується спосіб сепарації, що базується на різниці механічних властивостей бульб картоплі і грудок ґрунту: розділення за різницею геометричних розмірів (довжина, ширина, товщина); розділення з врахуванням різниці форми або коефіцієнта опору кочення по робочих органах машини; розділення за різницею

властивостей поверхні, тобто з урахуванням різниці коефіцієнта тертя ковзання тощо.

Вибір засобу механізації визначається конкретними умовами господарства, типом ґрунту, вологістю його в період збирання, розміром і рельєфом полів, наявністю на них каміння, загальною площею зайнятої під картоплю, врожайністю картоплі і ін.

Наприклад комбайн доцільно використовувати на полях з легкими і середніми ґрунтами і високою врожайністю бульб, а картоплекопачі роторного чи просіваючого типу – на малих ділянках з перезволоженим ґрунтом.

По характеру виконуваного технологічного процесу коренезбиральні машини поділяють:

- копачі (рис. 1.2, а) підкопують рядки картоплі, порушують зв'язок кущів з ґрунтом і частково виносять бульби картоплі на поверхню поля. Затрати праці на підбір бульб після підкопу їх копачами складають 190-250 людиногодин/га. Втрати в ґрунті 30%.
- картоплекопачі роторного типу (рис. 1.2, б) викопують кущі і розкидають бульби і ґрунт із рядка вбік, перпендикулярно ходу машини на відстань до 3,5 м.

Технологічний процес здійснюється наступним чином: при русі копача леміш підрізає шар ґрунту, який в момент сходу з лемеша руйнується і розкидається по поверхні поля гребінками обертаючого ротора. Після проходження копача утворюється смуга шириною 1,5 – 3 м на поверхні якої міститься основна маса бульб. Бригаду підбирачів (13 – 18 чол.) розміщують так, щоб кожний робітник мав ділянку довжиною 15 – 25 м.

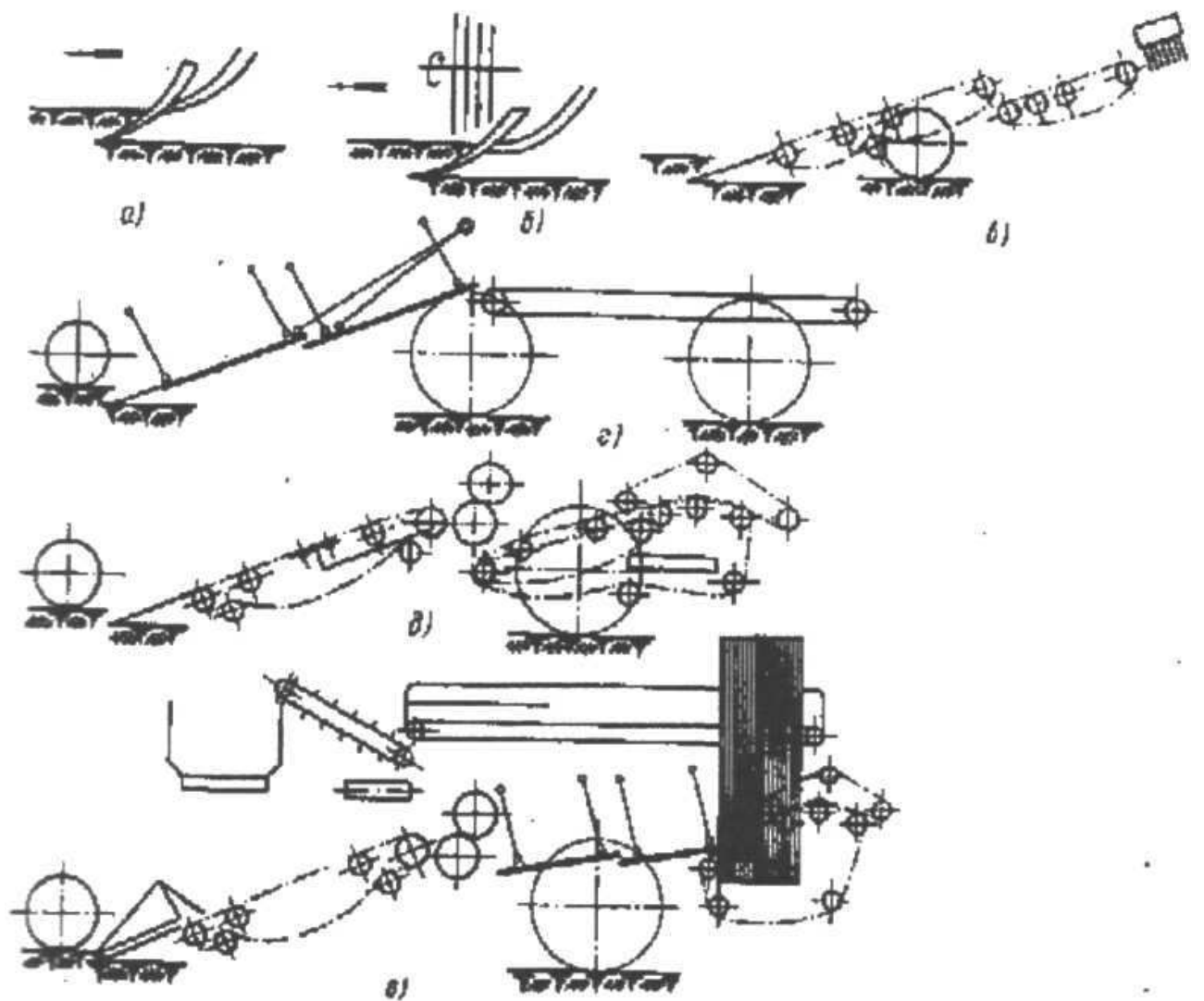


Рис. 1.2. Принципові схеми основних типів картоплезбиральних машин:
 а – копачі лемішного типу; б – копачі роторного типу; в – картоплекопачі
 просіваючого типу; г – картоплекопачі з причіпними перебірними столами;
 д – картоплекопачі – валкокладачі; е – картоплезбиральні комбайни.

Затрати праці на підбір бульб після копачів роторного типу на 20 – 20% вище, ніж після картоплекопачів просіваючого типу. В СНД найбільш широко їх використовують в північно-західних районах. За кордоном машини цього типу використовують головними чином в Скандинавських країнах.

Картоплекопачі просіваючого типу (рис. 1.2, в) підкопують рядки і переміщують підкопаний шар ґрунту на сепаруючі робочі органи. Сепаруючі органи найчастіше використовують двох основних типів: пруткові елеватори

(картоплекопачі ТЕК – 2, КТН – 2, КТН – 2Б) і копачі-грохоти (картоплекопачі КГ – 2 і КВН – 2М).

Підкопаний шар ґрунту разом з кущами картоплі поступає на елеватор (грохот), ґрунт просівається через щілини між пружинами, бульби, бадилля і грудки ґрунту, що залишається, скидається ззаду машини на поверхню поля. Потім бульби підбирають робітники. Для роботи в більш тяжких умовах в картоплекопачах встановлюють послідовно дво- чи трипруткові елеватори (наприклад, копач КСТ – 1,4), а також обладнують їх бітерами, сепаруючими решітками тощо.

Картоплекопач швидкісний тракторний дворядний КСТ-1,4 (рис. 1.3) (К – картоплекопач, С – швидкісний, Т – тракторний, 1,4 – ширина захвату, м) напівначіпний елеваторного типу призначений для викопування картоплі, часткового відокремлення бульб від ґрунту і вкладання на поверхні поля. Агрегатують з тракторами МТЗ всіх модифікацій.

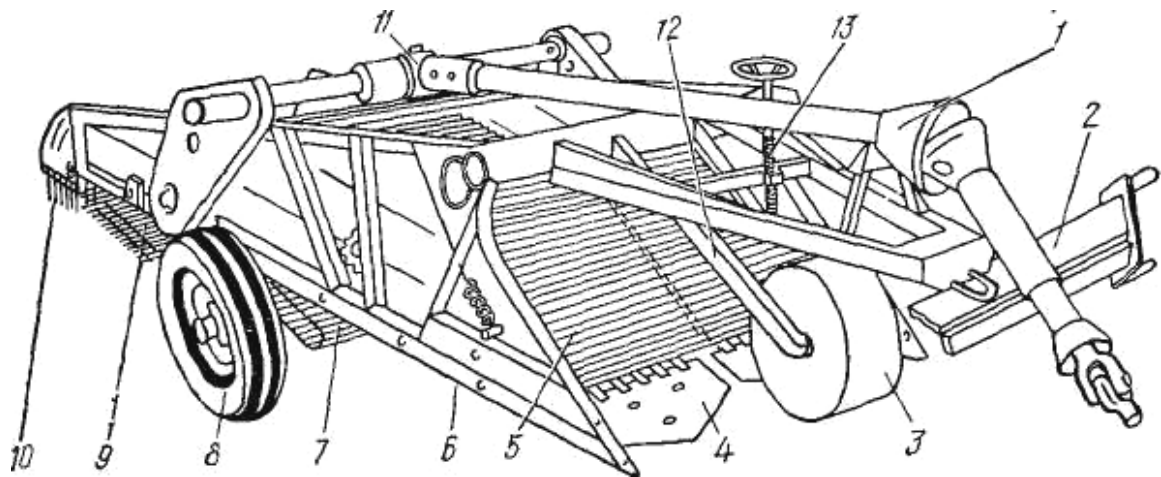


Рис. 1.3. Картоплекопач швидкісний КСТ-1,4:

- 1 – карданна передача; 2 – поперечина начіпного пристрою; 3 – копіювальне колесо; 4 – леміш. 5 – швидкісний елеватор 6 –рама; 7 – основний елеватор; 8 – ходове колесо; 5 – каскадний елеватор; 10 – відбивач; 11 – редуктор; 12 – рамка копіювального колеса; 13 – гвинтовий механізм.

Основними складальними одиницями картоплекопача КСТ-1,4 (рис. 1.3) є рама 6, ходові колеса 8, копіювальне колесо 3, лемеші 4, швидкісний елеватор 5, основний елеватор 7, каскадний елеватор 9, відбивач 10 та передавальні механізми. Ходові колеса мають пневматичні шини.

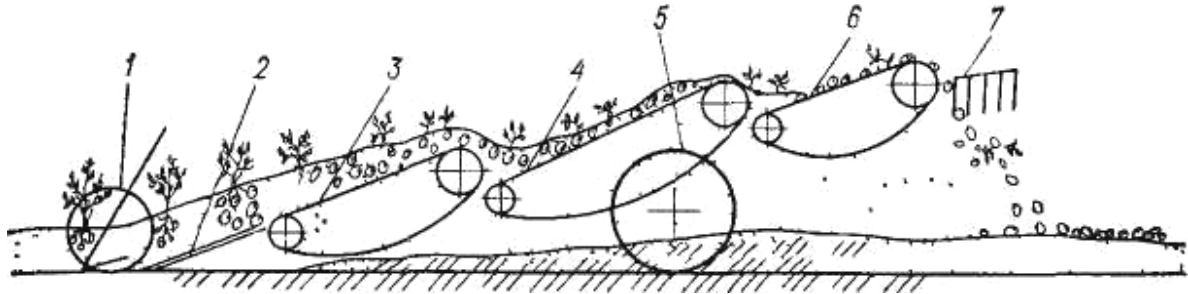


Рис. 1.4. Функціональна схема швидкісного картоплекопача КСТ-1,4:
1 – копіювальне колесо, 2 – леміш; 3 – швидкісний елеватор, 4 – основний елеватор; 5 – ходове колесо, 6 – каскадний елеватор, 7 – гребінки.

Робочі органи картоплекопача приводяться в рух від ВВП трактора через карданну передачу, редуктор і ланцюгові передачі.

Працює картоплекопач КСТ-1,4 так (рис. 1.4). Під час переміщення по полю лемеші 2 підрізають два рядки і спрямовують скибу на швидкісний елеватор 3. За рахунок того, що його швидкість більша, ніж поступальна швидкість агрегату, відбуваються більш інтенсивне розривання пласта і сепарація ґрунту. Із швидкісного елеватора маса надходить на основний елеватор 4, де бульби відокремлюються від ґрунту. Вони і та частина ґрунту, що лишилася на основному елеваторі, подаються на каскадний елеватор. Останній спрямовує їх на поверхню поля, а гребінки 7 звужують валок бульб до ширини 60–90 см.

Картоплекопачі з причіпними переборними столами (рис. 1.2, г) дозволяють отримати кондиційну картоплю шляхом перебору бульб робітниками і тарування їх в мішки чи корзини з допомогою відповідних пристроїв. Перевагою таких картоплекопачів на відміну від звичайних є

полегшення умов праці робітників, а в порівнянні з картоплезбиральними комбайнами менші пошкодження бульб.

Картоплекопачі з причіпними столами особливо доцільно використовувати при збиранні картоплі, що йде на посадку та ранньої. Але такий спосіб збирання можливий лише в легких умовах. При використанні причіпних переборних столів в легких умовах втрати праці можуть бути зменшені на 20 – 30% в порівнянні з підбором бульб вручну з поверхні поля.

Картоплекопачі – валкоукладачі (рис. 1.2, д) на відміну від звичайних картоплекопачів, як правило, мають додаткові пристрої для видалення бадилля із машини і поперечні транспортери, що дозволяють вкладати бульби в вузький рядок з двох, чотирьох або шести рядків. Прикладом такої машини є картоплекопач УКВ – 2.

Універсальний картоплекопач-валкоутворювач елеваторний УКВ-2 (У – універсальний, К – картоплекопач, В – валкоутворювач, 2 – кількість оброблюваних рядків) призначений для роздільного і комбінованого збирання картоплі з міжряддями 60 та 70 см на гребневих та рівних площах. Під час двофазного збирання машина укладає бульби в один валок із двох, чотирьох і шести рядків. Валок потім підбирає картоплезбиральний комбайн, обладнаний спеціальним лемешем, або вручну. При комбінованому способі збирання машина укладає з двох чи чотирьох рядків бульби в міжряддя двох непідкопаних рядків, які потім збирають картоплезбиральним комбайном. Картоплиння в обох випадках укладаються окремо від бульб.

Агрегатують машину з тракторами класу 1,4 та 3,0.

Основними складальними одиницями картоплекопача УКВ-2 є: рама, що підтримується на колесах, лемеші, елеватор, грудкоподрібнювач, грохот, бадиллєвідокремлювач, поперечний транспортер та ложеутворювач. Робочі органи картоплекопача приводяться в рух від ВВП трактора.

Працює універсальний картоплекопач УКВ-2 так (рис. 1.5). Під час переміщення копача по полю лемеші 2 підрізують скибу з двох суміжних

рядків картоплі і спрямовують усю її на основний елеватор 3. З боків скиба відрізається активними боковинами 1, які в період роботи коливаються з амплітудою 12 мм.

Основний прутковий елеватор струшувачем 4 під час роботи коливається.

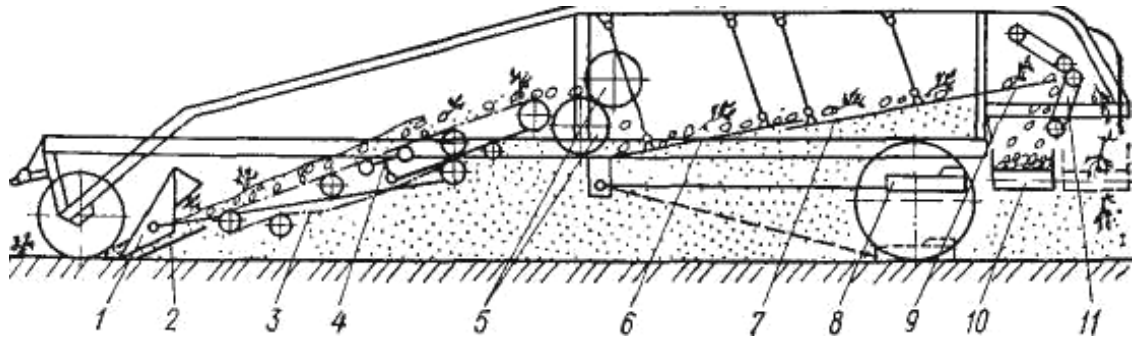


Рис. 1.5. Функціональна схема універсального картоплекопача-валкоутворювача УКВ-2:

- 1 – активна боковина; 2 – леміш; 3 – основний елеватор; 4 – струшувач;
5 – грудкоподрібнювач; 6 – перше решето грохота; 7 – друге решето грохота; 8 – ложеутворювач; 9 – пруткова решітка; 10 – поперечний транспортер;
11 – бадиллєвідокремлювач.

Тут скиба руйнується, частина ґрунту і рослинних решток просіваються, а решта ґрунту, бульби з бадиллям спрямовуються до грудкоподрібнювача 5. З грудкоподрібнювача маса подається на перше решето 6 грохота, а з нього на друге решето 7. В кінці другого решета є пруткова решітка 9, яка розділяє масу, що сходить з другого решета, на дві частини. Між прутками проходять бульби та дрібні домішки й потрапляють на поперечний транспортер 10, а бадилля, переміщуючись по прутках, надходить до бадиллєвідокремлювача 11 і виноситься з машини.

При підборі бульб вручну за машиною такого типу затрати праці знижуються на 30 - 50% в порівнянні з підбором картоплі за звичайним картоплекопачем, а при підборі комбайном затрати праці знижуються на 40 – 50% в порівнянні з прямим комбайнуванням.

Картоплезбиральні комбайни (рис. 1.2, є) здійснюють підкопування рядків, відділення бульб від ґрунту, бадилля та інших домішок і накопичення бульб в тару.

Комбайни є найбільш ефективними машинами для збирання картоплі, що дозволяють навіть при наявності трьох – шести робітників, що обслуговують переборний стіл, знизити витрати праці в порівнянні з ручним підбором після картоплекопачів в 3 – 4 рази.

За кордоном, головними чином в США, знаходять деяке використання спеціальні машини-підбирачі, що застосовуються виключно для підбору бульб із валків, вкладених картоплекопачами-валкоукладачами. При прямому комбайнуванні ці машини працювати не можуть.

Підбирач по номенклатурі робочих органів мало відрізняється від комбайнів, але має більш вузьке призначення. Тому доцільно оснащувати картоплезбиральні комбайни пристроями для підбору валків [19].

Проаналізувавши різні технології збирання картоплі та конструкції картоплезбиральних машин можна зробити наступний висновок. Машина для збирання картоплі в умовах малих приватних господарств повинна мати нескладну конструкцію, можливість агрегатуватись з тракторами малого класу, хорошу маневреність, що дуже важливо при збиранні картоплі на малих ділянках, мати добрі показники щодо затрат праці та якості зібраної картоплі. Такими машинами є прості копачі, копачі роторного та просіваючого типу.

В умовах України фізико-механічні властивості супіщаних ґрунтів дають можливість застосувати найпростіші робочі органи на машинах для механізації збирання картоплі.

Основним робочим органом найпростішого копача є двополицевий корпус (типу корпуса опушувача). При роботі корпус проходить посередині рядка, розгортаючи його на два боки. Копачі цього типу агрегуються з садово-городніми тракторами та мотоблоками.

Картоплекопачі роторного типу (рис. 1.6) складаються з лемеша коритоподібної форми, який підкопує рядок картоплі, та ротора, призначеного для розкидання підкопаної маси праворуч машини. Ротор складається з барабана, до якого прикріплено вісім кидальних гребінок. Кожна гребінка складається з чотирьох сталевих зігнутих пальців. Ротор приводиться в обертальний рух від вала відбору потужностей трактора через редуктор.

Копіювальне колесо, встановлене на копач, призначене для копіювання поверхні поля та регулювання глибини підкопування [22].

Прикладом таких машин є картоплекопачі КТН – 1А, КТН – 1Б.

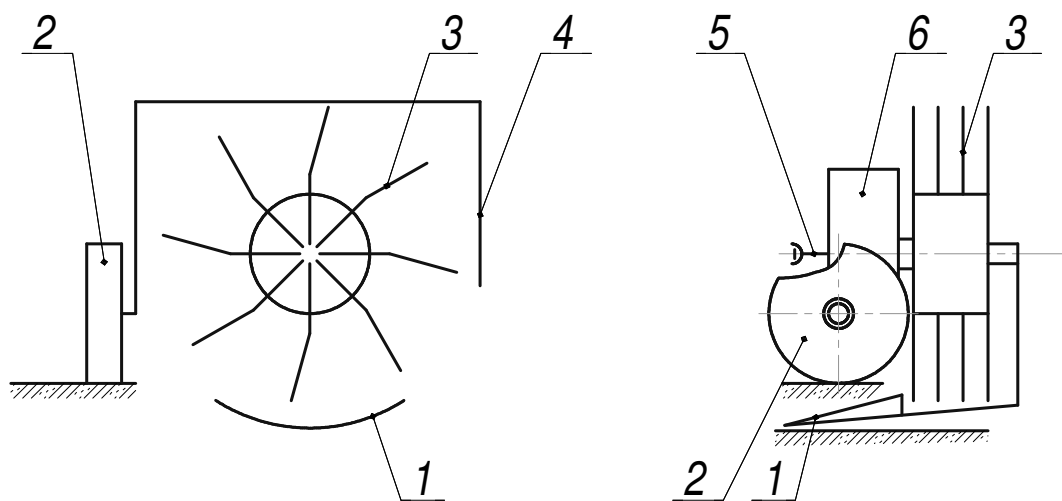


Рис. 1.6. Конструктивна схема копача роторного типу:

1 – леміш; 2 – пристрій для регулювання глибини підкопування (опорне колесо); 3 – ротор пальчастий; 4 – кожух захисний ; 5 – механізм привода копача; 6 – редуктор (корпус редуктора служить рамою).

Найбільш поширеними є робочі органи просіваючого типу.

Ці робочі органи призначаються для підкопування рядків картоплі на глибину залягання бульб. При збиранні підгорнених рядків глибина ходу лемеша рівна 17–20 см, а при збиранні не підгорнених рядків – 13–16 см. При такій глибині підкопування лемеші дворядної машини захоплюють з кожного погонного метра близько 200 кг ґрунтового пласта. Підкопаний пласт передається з лемеша на сепаруючий орган тим легше, чим менше пласт

деформується при підкопі. При збиранні в тяжких умовах на суглинному ґрунті для зниження секундного завантаження машини необхідно працювати на знижених поступальних швидкостях агрегату (від 0,2 до 0,7 м/сек).

Пересуванню пласта по лемешу сильно ускладнюється рослинністю, що обволікає лезо. Для самоочищення лез лемеша кут γ , що утворюється перетином лез (рис. 1.7), повинен задовольняти нерівність

$$90 - \frac{\gamma}{2} > \delta,$$

де δ – кут тертя рослинних стебел або кореневищ по лезу; кут $\gamma/2$ зазвичай приймається рівним $40 - 45^\circ$.

Рослинність, що не розрізає лемешем, повинна вільно сходити з нього, тому між краями лез і сусідніми деталями повинен бути зазор не менше 40 мм.

Ширина пласта, що підкопується лемешем, визначається шириною розміщення бульб в гнізді і відхиленням центру гнізд від середньої лінії рядка. Зазвичай ширина лемеша для підкопу одного рядка приймається рівною 450–500 мм.

Внаслідок непідкопування гнізд допускаються втрати бульб не більше 4% урожаю картоплі.

За характером дії на пласт лемеші поділяються на активні і пасивні, а за формою – на плоскі, секційні і коритоподібні.

Для плоского лемеша (рис. 1.7) основними параметрами є кути α , γ і довжина L .

На вибір α , γ L впливають профіль борозни, що утворюється лемешем, висота переднього краю поверхні грохоту, а також розташування кронштейнів лемеша.

Для того, щоб каміння не заклинювалось між грохотом і заднім обрізом лемеша, на задньому обрізі лемеша зазвичай кріплять пальці завдовжки 100–150 мм.

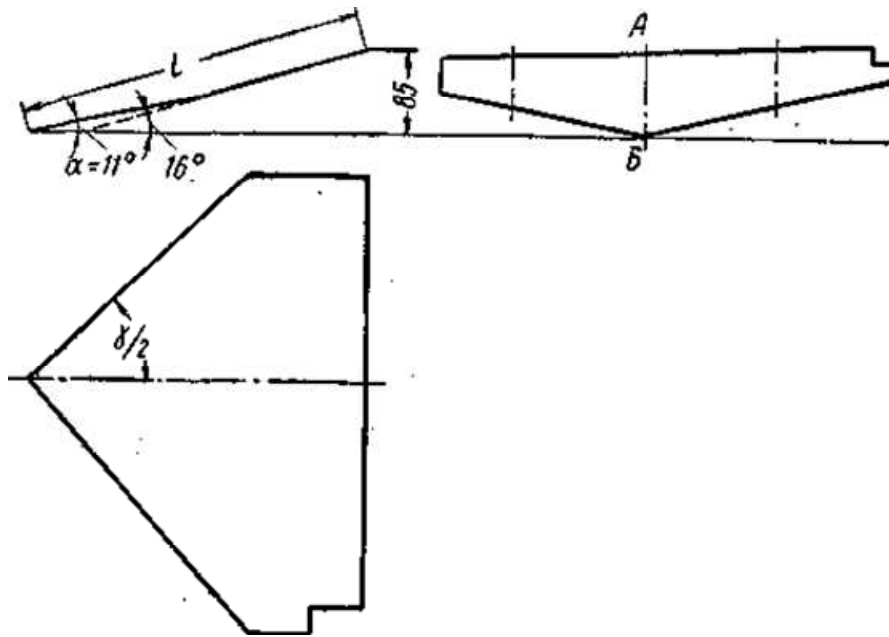


Рис. 1.7. Схема плоского лемеша

Коливні грохоти застосовуються в картоплезбиральних машинах і комбайнах для сепарації ґрунту з одночасним транспортуванням його вгору. Схема коливного грохоту показана на рис. 1.8.

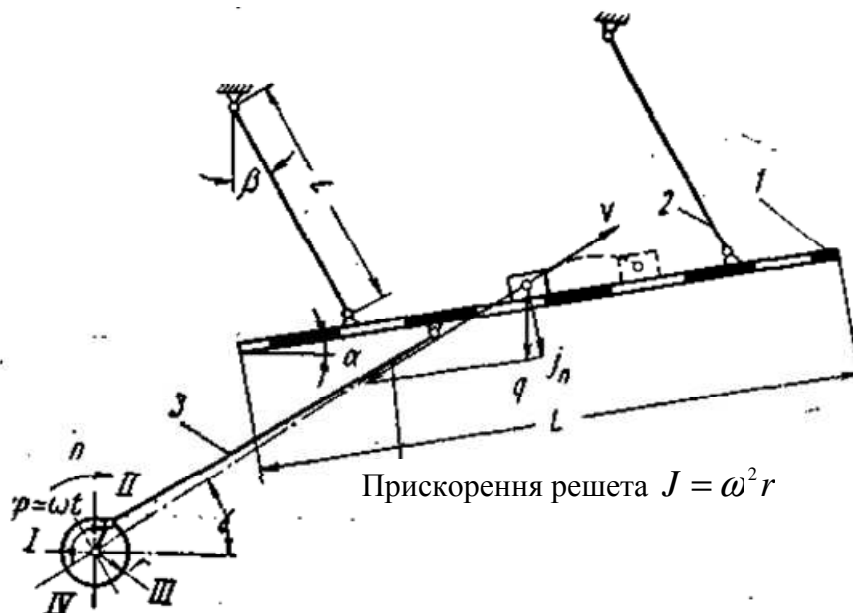


Рис. 1.8. Схема коливного грохоту:

1 – решето; 2 – підвіски; 3 – кривошипно-шатунний механізм.

Рух матеріалу по грохоту залежить від величини прискорення решета

$$j_p = \omega^2 r \cos \alpha ,$$

Ґрунт ковзає вгору при прискоренні решета

$$J_p \geq g \frac{\sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos(\gamma - \alpha) + f \cdot \sin(\gamma - \alpha)},$$

а вниз при прискоренні

$$J_p \geq g \frac{f \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos(\gamma - \alpha) - f \cdot \sin(\gamma - \alpha)}.$$

Ґрунт може ковзати вгору при кутах підйому менше 5° . Ґрунт може підкидатись вгору і при більших кутах підйому за рахунок більшого прискорення, що надається йому решетом. Максимальний кут підйому в цьому випадку сягає $15-17^\circ$.

Для підкидання пласта на решеті необхідні наступні умови: нормальна складова швидкості решета повинна бути направлена вгору, нормальна складова його прискорення – вниз, а абсолютна величина нормальної складової прискорення решета j_n повинна бути рівною або більшою нормальної складової прискорення сили тяжіння $j_n \geq g \cos \alpha$.

Отже, підкидання ґрунту можливе тільки в другому квадранті, коли прискорення решета рівне

$$J_p \approx \omega^2 r > \frac{g \cos \alpha}{\sin(\gamma - \alpha)}.$$

Підкидання пласта сприяє не тільки кращому транспортуванню, але і розпушуванню ґрунту. Крім того, решето грохоту при роботі з підкиданням менш схильне до залипання і забивання.

Коливні грохоти можуть розташовуватися після елеваторів і грудкодавильних пристроїв. Завантаження грохоту при такому розташуванні в 2–3 рази менше, ніж при встановленні його першим сепаруючим органом.

Оптимальні параметри грохотів: кут підйому решета, що підкопує пласт, $\alpha = 15-17^\circ$; кут підйому решіт в решті випадків $\alpha = 10-12^\circ$; радіус кривошипа

$r=20-30$ мм; число обертів $n = 450-650$ в хвилину; кут підвісок $\beta = 30 - 35^\circ$; швидкість переміщення матеріалу $0,6-1$ м/сек.

Доцільно передбачати можливість регулювання числа обертів валу грохота у вказаних межах. При роботі в тяжких умовах число обертів валу грохота необхідно підвищувати.

До решіт грохотів картоплезбиральних машин висуваються наступні вимоги:

- 1) незабивання бур'янами і бадиллям;
- 2) незалипання при роботі на вологих ґрунтах;
- 3) мінімальне пошкодження бульб;
- 4) можливість швидкої зміни решіт.

Грохоти картоплезбиральних машин працюють в умовах знакозмінних навантажень від інерційних сил. Крім того, вони сприймають динамічні навантаження від матеріалу, що проходить по них. Грохоти з передньою ріжучою кромкою, що виконує роль лемеша, сприймають також навантаження від різання ґрунтового пласта.

При проектуванні коливних грохотів необхідно враховувати наступні вимоги:

1. Грохоти повинні мати спарені взаємозрівноважені решета. Перший грохот може бути легшим від другого на $10-15\%$, оскільки він більше навантажений ґрунтом.

2. У конструкціях грохотів необхідно уникати зварних з'єднань.

3. Для зменшення згинальних моментів, що діють на раму, точки кріплення шатунів необхідно розташовувати якомога ближче до центру ваги грохотів.

4. Кут між лінією дії шатуна і підвісками в середньому положенні повинен бути близький до 90° .

5. Для кращого взаємного зрівноваження кривошипний вал бажано розташовувати між грохотами.

6. Момент інерції махових мас (маховиків, валів, приводних шківів) повинен забезпечувати нерівномірність ходу не більш $1/15 - 1/20$. Ця умова виконується, коли момент інерції махових мас рівний $0,120-0,180 \text{ кгм-сек}^2$.

7. У шарнірних з'єднаннях підвісок і шатунів бажано застосовувати гумові втулки (сайлентблоки). Шатуни з'єднуються з кривошипним валом за допомогою ексцентрикових втулок на кулькових підшипниках.

1.2. Агротехнічні вимоги до картоплезбиральної машини

Картоплекопач просівний однорядний призначений для підкопування рядків картоплі, відокремлення бульб від ґрунту шляхом просівання через решето грохота і подачі її на зібране поле з послідувачим підбором картоплі вручну. Зони застосування копача – всі зони вирощування картоплі на невеликих площах індивідуальних господарств.

Машина повинна складатися із наступних основних частин і вузлів:

- рами, яка являється несучою конструкцією і призначена для встановлення на ній всіх основних і допоміжних органів картоплекопача;
- підкопуючого робочого органу – лемешу;
- грохота для відокремлення бульб від ґрунту і формування валка на викопаному полі;
- привода грохоту, що приводиться в дію від ВВП трактора;
- запобіжний від поломок робочих органів копача пристрій;
- пристрою для копіювання поверхні поля та регулювання глибини підкопування.

Копач повинен бути начіпний і приводитись з транспортного в робоче положення і навпаки за допомогою гідравлічної начіпки трактора.

Підкопуючі робочі органи повинні мати регулювання глибини підкопування.

Конструкція копача повинна забезпечувати зручний і безпечний доступ до вузлів і деталей з метою проведення профілактичних робіт, а також заміни їх при виході з ладу.

Робочі органи копача повинні від'єднуватись від рами, а їх регулювання не повинно потребувати спеціальних інструментів.

Всі деталі кріплення (болти, гвинти, шпильки, гайки, шайби, шплінти), а також всі пружини повинні мати металічне антикорозійне покриття.

Зовнішній вигляд лакофарбових покриттів, що включає товарний вигляд машини, повинен відповідати V класу по ГОСТ 9.032-74. Вимоги до лакофарбових покриттів повинні відповідати ГОСТ 5.282-82.

Місця для змащування повинні вказуватись нанесенням стійкої фарби, яка відрізняється по кольору від загального кольору машини.

Пофарбування копача в цілому і його складових частин зокрема повинно бути стійким до миючих засобів і мастил, які рекомендуються в експлуатаційній документації.

В комплекті копача передбачається комплект запасних частин.

До кожного копача повинні додаватись комплект інструментів, технічний опис та інструкція з експлуатації, паспорт.

Продуктивність копача за годину основного часу повинна бути не менша 0,15 га.

Робоча швидкість повинна бути в межах 5 - 6,5 км/год, а транспортна до 20 км/год.

Робоча ширина захвату, в залежності від ширини міжрядь, може бути 0,6 м, 0,7 м, 0,9 м.

Картоплекопач підкопує бульби при глибині їх залягання до 25 см.

Дорожній просвіт – не менше 300 м. Мінімальний радіус повороту (по зовнішньому сліду зовнішнього колеса трактора) – 3,2 м.

Ширина підкопування рядка лемешем не менше 0,4 м.

Мінімальна ширина міжрядь – 0,6 м.

Кількість одночасно підкопування бульб не менше 97%.

Кількість приспаних ґрунтом бульб не більше 3%.

Загальні втрати після підкопування і підбирання не більше 5%. Після згрібання бадилля і рослинних решток та повторного підбирання бульб витрати не повинні перевищувати 3%. Бульби масою до 20 г у витрати не враховуються.

Кліматичне виконання копача – V, категорія розташування при експлуатації – I по ГОСТу 15150-69.

Конструктивна маса копача до 180 кг.

Габаритні розміри в робочому і транспортному положенні однакові і становлять: довжина – до 1295, з карданним валом, і без нього до 720 мм, ширина до 1100 мм і висота – до 900 мм.

Картоплекопач повинен мати високі показники надійності і довговічності:

- коефіцієнт використання експлуатаційного часу – 0,65;
- коефіцієнт використання змінного часу – 0,65;
- коефіцієнт надійності і технологічного прогресу – 0,95;
- термін служби копача – 7 років;
- гарантійний термін служби – 2 роки;
- середній наробіток на відказ не менше 100 годин (без урахування відмов, які усуваються на місці використання за допомогою запасних частин);
- коефіцієнт готовності – 0,96.

Естетичні ергономічні вимоги

Зовнішній вигляд машини повинен відповідати сучасним тенденціям формоутворення і кольору фарбування, а також задовольняти ергономічні вимоги ГОСТ 26387-84 і ГОСТ 22269-76.

Конструкція копача і його основних частин повинна забезпечувати простоту і зручність регулювання робочих органів.

Вимоги до складових частин, вихідних і експлуатаційних матеріалів

Покупні вироби, що входять до складу машини, повинні відповідати кресленням і технічним умовам паспорту) на ці вироби і бути прийнятними відділом технічного контролю заводу-виробника.

Матеріали, які використовуються при виготовленні копача, повинні відповідати загальним вимогам сільгоспмашинобудування, діючим стандартам і технічним умовам.

Кількість видів паливо-мастильних матеріалів, що використовуються для обслуговування копача повинно бути мінімальним. Їх марки і кількість повинні бути технічно обґрунтованими на стадії технічного проекту.

Умови експлуатації (використання).

Копач повинен забезпечувати викопування картоплі на всіх видах ґрунтів при наступних умовах:

- твердість ґрунту не більше 1,4 МПа;
- вологість ґрунту 8 – 30%;
- температура ґрунту на глибині залягання бульб не нижча 10 °С;
- температура повітря +8°С;
- урожайність картоплі до 0,6 т/га з відмерлим бадиллям, попередньо зібраним бадиллям, а також незібраним бадиллям, наявність бур'янів до 1,5 т/га;
- засміченість ґрунту камінням розміром до 50 мм не більше 8 т/га (загальною масою);
- глибина залягання нижніх бульб до 20 см;
- ширина міжрядь не менше 60 см;
- поперечний нахил поля до 6%;
- довжина гонів 20 і більше метрів;
- копач повинен агрегатуватися з трактором класу 0,6;

- кількість піддиральників бульб в залежності від умов роботи 15 – 25 чоловік;
- оперативна трудомісткість монтажу машини на місці її застосування не більше 1 люд.год;
- орієнтований обсяг робіт за сезон 100 га.

1.3. Обґрунтування конструкції картоплезбиральної машини

Малогабаритні машини для збирання картоплі в Україну завозяться, в основному, з Росії, Білорусії та Німеччини. Загальний вигляд однорядних картоплезбиральних машин для малих господарств показано на рис. 1.9.

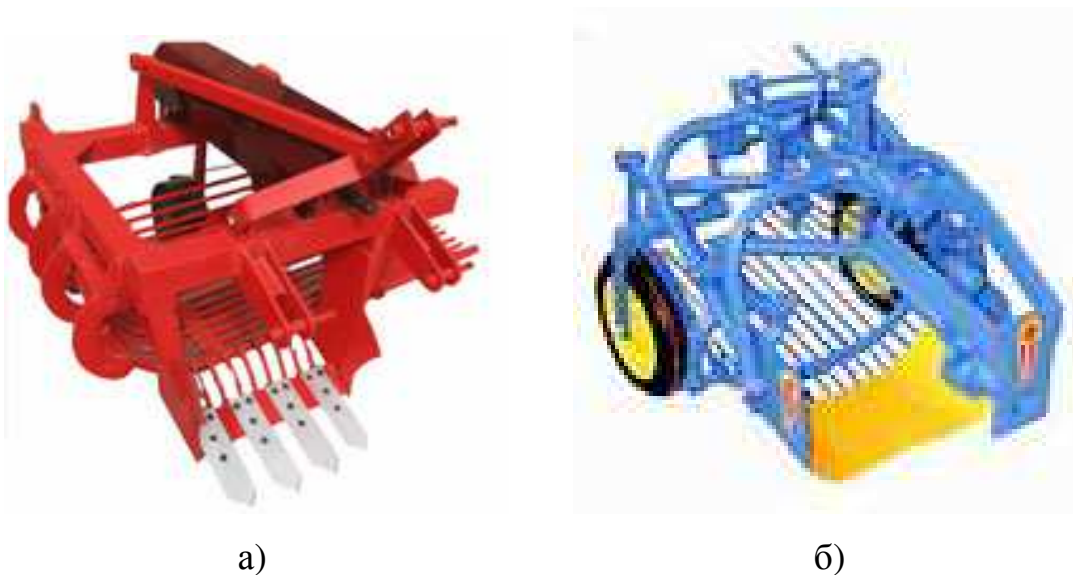


Рис. 1.9. Однорядкові картоплекопачі продуктивністю 0,2 га/год:
а – з боковим викиданням картоплі; б – із заднім викиданням картоплі.

При удосконаленні сільськогосподарської машини перед усім необхідно звернути увагу на ті складові частини та вузли, від яких залежить якість роботи машини (зниження опору машини, зменшення маси, спрощення складних

вузлів, заміна дорогих матеріалів на менш дорогі, удосконалення пристроїв з якими контактує вихідний продукт і від яких залежить його якість).

З аналізу конструкцій однорядних картоплекопачів видно, що найбільш оптимальною машиною для малих господарств є картоплекопач начіпний просіваючого типу, який має просту конструкцію невеликі габаритні розміри, зменшує затрати праці на збирання картоплі приблизно на 20 – 25% у порівнянні з картоплекопачами роторного типу.

Начіпні машини і знаряддя в 1,5-2 рази легші, ніж причіпні, значно простіші за конструкцією, їх легше транспортувати. Продуктивність начіпних машин і знарядь дещо вища, ніж причіпних, тому картоплекопач запропонованої конструкції доцільно спроектувати начіпним.

Основними складовими елементами картоплекопача просіваючого типу є леміш, активний грохот, привід грохота та опорні колеса з системою регулювання глибини підкопування.

Підкопуючий робочий орган – леміш, безпосередньо контактує з ґрунтом і від досконалості його форми залежить опір, що чинить ґрунт при переміщенні копача. Оптимізація форми цього робочого органу повинна дати можливість зменшити енергетичні витрати при агрегуванні машини.

За даними ЦМІСа, коритоподібні лемеші, у порівнянні з плоскими, подають в машину менше ґрунту при гребеневій посадці на 25 – 30% [2].

Малогабаритний однорядний картоплекопач просіваючого типу складатиметься з наступних частин і вузлів (рис. 2.9):

- рами, яка є несучою металоконструкцією і призначена для встановлення на ній всіх органів картоплекопача;
- підкопуючого робочого органу коритоподібної форми (леміша), який призначений для підрізання шару ґрунту в якому містяться кущі картоплі і подачі його до грохота;
- активного грохота із сепарувальними пальцями;

- приводу грохота у вигляді ексцентрикового валу та системи осей і важелів;
- пристрою для регулювання глибини підкопування, що являє собою гвинтовий механізм, який переміщує копіювальні колеса вниз чи вгору та поперек відносно рами машини.

Підкопування рядка здійснюється коритоподібним лемешем завширшки 450 мм, встановленим під кутом 18° . Кут встановлення лемеша вибрано з умовою самоочищення і кращого руйнування пласта при його підрізання. Ширину лемеша вибрано з умовою повного підкопування рядка, враховуючи неточність ведення копача. Для кращого підрізання пласта леміш має заокруглення радіусом 300 мм спереду. Боковини лемеша перешкоджають сповзанню пласта набік і надають йому можливість пройти певну довжину грохота, потрібну для сепарації вороху.

Активний грохот складається з рухомої рамки, яка шарнірно приєднана до рами картоплекопача. До рухомої рамки шарнірно приєднано скобу грохота з сепаруючими пальцями. Шарнір скоби дозволяє регулювати кут встановлення сепаруючих пальців, регулюючи якість сепарації.

Привод грохота здійснюється від валу відбору потужності трактора. Для надання руху грохоту служить ступінчастий ексцентриковий вал, коливний рух від якого передається до рухомої рамки грохота системою осей та важелів.

Рама картоплекопача виконана з тонкостінного профілю квадратного поперечного перерізу і підсилена ребром жорсткості. У передній частині рами розташовано пальці та кронштейн з отвором для приєднання до системи начіпки малогабаритного трактора.

Глибина обробітку (глибина ходу лемеша) регулюється парою опорних коліс, які приєднанні з обох боків рами. Колеса приєднано до рами на рухомих направляючих, що дозволяє регулювати відстань між колесами відповідно до ширини міжряддя. Всі регулювання здійснюються вручну.

Під час роботи картоплекопача пласт ґрунту з бульбами та рослинними рештками підрізається лемешем знизу.

Підрізаний пласт подається до сепараційного робочого органу — грохота, де завдяки зворотно-поступальному руху пласт руйнується в напрямку паралельному до руху копача (у поперечному напрямку пласт втратив свою цілісність при надходженні на леміш). Ґрунт просіюється крізь зазори між пальцями, а бульби картоплі та рослинні рештки спадають на поверхню поля.

Сепарація вороху за довжиною грохота відбувається починаючи з найменших частинок і закінчується наприкінці пальців спаданням на поверхню вже просіяного вороху часточок ґрунту найбільшого розміру.

Енергомісткість процесу сепарації вороху при використанні даної схеми сепараційного робочого органу в кілька разів нижча, ніж при використанні пруткового елеватора. Поверхонь спрацювання значно менше порівняно із сепараційним робочим органом елеваторного типу, що забезпечує більший строк служби. У цьому робочому органі забезпечується легкодоступність до поверхонь спрацювання та можливість їх заміни чи відновлення.

Така схема сепараційного робочого органу картоплезбиральної машини відповідає вимогам щодо ресурсозбереження, ремонтпридатності та довговічності й може бути використана при проектуванні нових машин.

2. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА

2.1. Обґрунтування конструктивних параметрів лемеша картоплекопача

Призначення лемеша картоплезбиральної машини – підкопати шар ґрунту з бульбами, частково чи повністю зруйнувати його і передати на наступні робочі органи. Конструкція лемеша повинна забезпечити мінімальний захват ґрунту при відсутності не підкопаних чи пошкоджених бульб.

Геометричними параметрами форми лемеша є довжина L , ширина B , кут загострення γ , кут підрізання α .

Пошук раціональної форми лемеша необхідно вести на основі комплексного аналізу вимог, що до нього висуваються, та умов його роботи. Для досягнення цих цілей запропонований робочий орган, що здійснює підріз шару ґрунту, з пасивним впливом лемеша на шар. Основою підкопуючого органа є двохгранний клин, що створює лобове підрізання.

Форма леза підкопуючого органа повинна відповідати формі перетину куща бульб [22].

Леміш (рис. 2.1) має коритоподібну форму, у передній частині для кращого підрізання пласта леміш має заокруглення радіусом 300 мм, а у задній до нього шарнірно приєднані відкидні пальці для запобігання заклинювання камінням між лемешем грохотом. Боковини лемеша перешкоджають сповзанню пласта набік і надають йому можливість пройти певну довжину грохота, потрібну для сепарації.

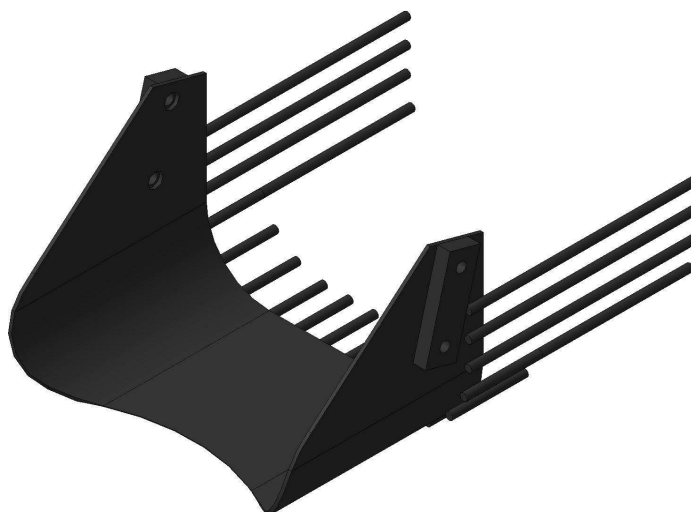


Рис. 2.1. Леміш запропонованої конструкції

Як відомо, характер деформацій ґрунту під дією клина залежить від величини кута α (рис. 2.2), що називається кутом різання. Щоб отримати мінімальну силу, що витрачається на підрізання шару, кут α повинен бути мінімальним. Підняти шар на потрібну висоту H маючи мінімальну початкову величину α і оптимальну довжину лемеша L , можна в результаті застосування клинів, що мають різне значення кута α по довжині (рис. 2.2).

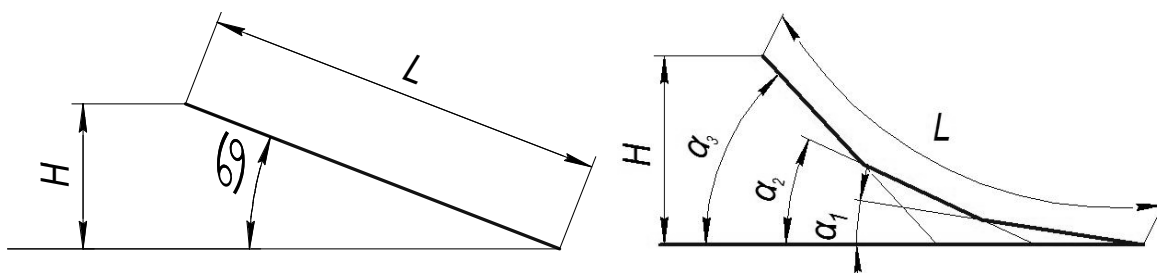


Рис. 2.2. Схеми для визначення оптимальної форми лемеша

Кут α також є і кутом кришення. При проходженні підкопаної маси вздовж звичайного (з постійним кутом) вона не може отримати будь-яких додаткових взаємодій. Очевидно, щоб знову подіяти на піднятий шар потрібно примінити новий клин із більшим кутом кришення.

Для безперервного розвитку подрібнюючого фактору та виключення злипання клина ґрунтом, необхідно використати плавну криволінійну поверхню в вигляді відповідної ділянки параболи (рис. 2.3).

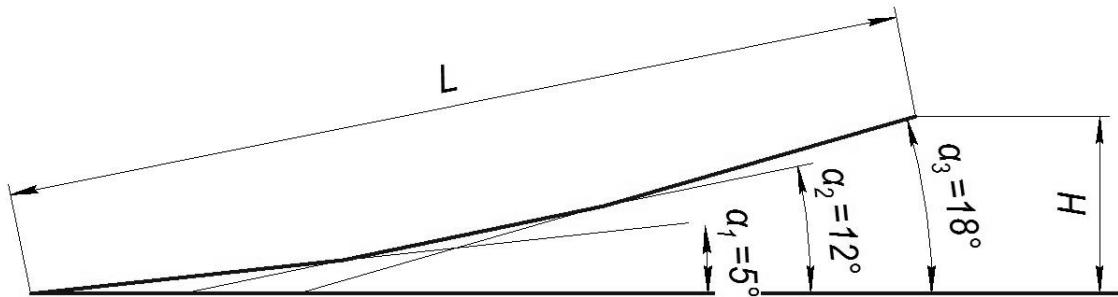


Рис. 2.3. Пропонована форма повздовжнього перетину лемеша

Довжину лемеша L та висоту розташування заднього обріза лемеша H , орієнтуючись на попередню конструкцію та з конструктивних міркувань, прийmemo $L=280\text{мм}$, $H=55\text{мм}$.

Ширина коритоподібного лемеша (рис. 2.4) визначається за формулою

$$B = b + 2\delta, \quad (2.1)$$

де b - ширина залягання бульб в куці. За даними Е.А. Глухих максимальна ширина куца коливається від 23 до 32 см.

δ - зміщення вісі рядка відносно вісі лемеша, яке може виникати через непрямолінійність рядка та неточності руху машини. Приймаємо $\delta = 10$ см.

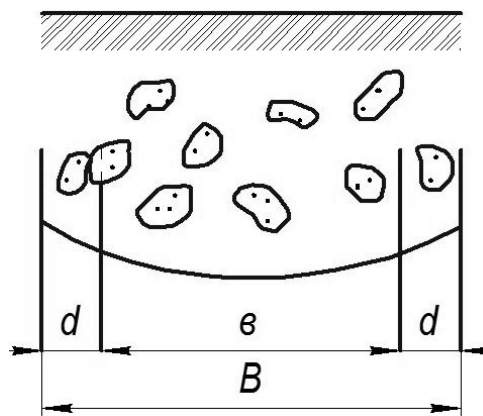


Рис. 2.4. Схема для розрахунку ширини лемеша

Отже,

$$B = 250 + 2 \cdot 100 = 450 \text{ мм.}$$

Переміщенню шару ґрунту по лемешу дуже заважає рослинність і коріння). Для попередження цього кут сходу γ (рис. 2.5) повинен бути:

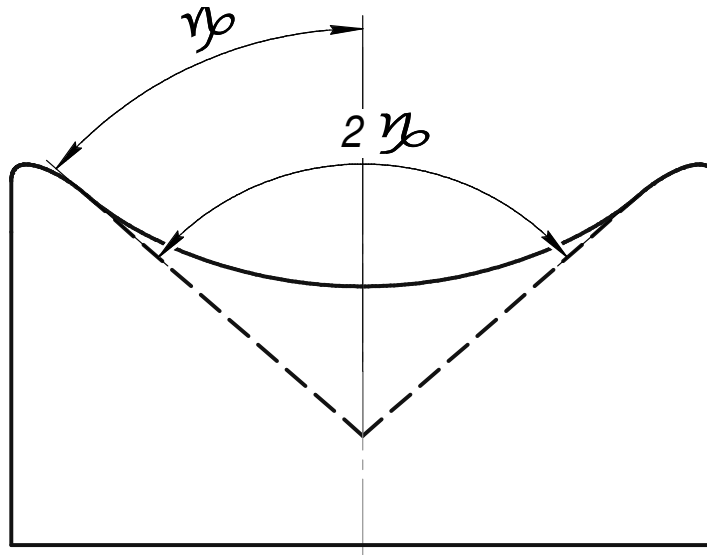


Рис. 2.5. Схема для розрахунку кута сходу лемеша

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \varphi, \quad (2.2)$$

де φ - кут тертя рослинних стеблин чи кореневищ по лезу. На основі дослідних даних кут тертя коріння по лезу $\varphi = 45^\circ$ [20].

Отже:

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - 45 = 45.$$

Для пасивних лемешів сучасних картоплезбиральних машин $\gamma = 40 - 50^\circ$.

2.2. Розрахунок параметрів відкидних пальців лемеша

Відкидні пальці (рис. 2.6) – це прутки, які кріпляться на леміш в задній його частині, і призначені для запобігання заклинювання каміння між лемешем і грохотом. Ширину пальців приймають залежно від розміру каміння, грудок і т.д.

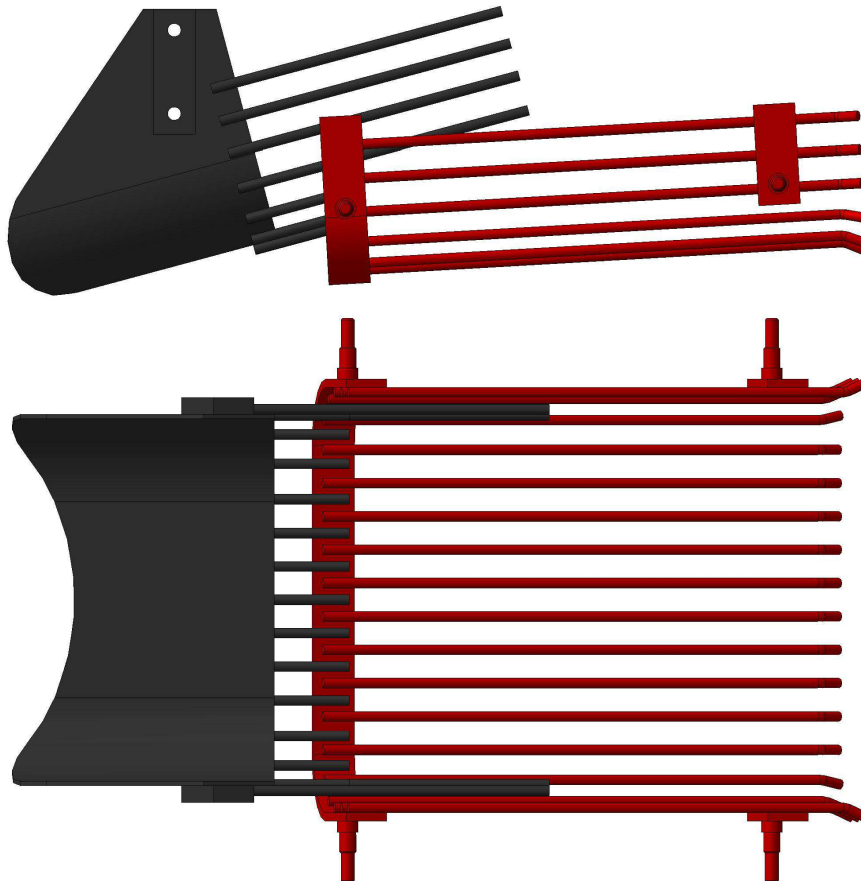


Рис. 2.6. Загальний вигляд лемеша з відкидними пальцями та грохота

Ширину пальців приймаємо за формулою [20]

$$l_{III} \geq S_{\max}, \quad (2.3)$$

де S_{\max} - найбільший розмір твердих грудок, каміння, які можуть бути на полі, $S_{\max} = 0,06 \dots 0,08$ м; отже приймаємо $l_{III} = 0,08$ м.

Кількість пальців визначаємо за формулою [20]

$$Z_{II} = B_{II} / (B_{III} + \Delta b), \quad (2.4)$$

де B_{III} - ширина пальців, приймаємо конструктивно $B_{III} = 0,02 \dots 0,04$ м;

Δb - монтажний зазор між пальцями, $\Delta b = 0,02$ м;

тоді

$$Z_{II} = 0,55 / (0,03 + 0,02) = 11 \text{ шт.};$$

приймаємо $Z_{II} = 11$ шт.

2.3. Визначення продуктивності картоплекопача

У коренезбиральних агрегатах велику роль грає узгодження подачі матеріалу в машину з її пропускною спроможністю. Для збирання врожаю з мінімальними його втратами без забивання робочих органів, подача матеріалу в машину не повинна перевищувати її пропускної здатності. В свою чергу, пропускна здатність машини визначається за пропускною здатністю того з робочих органів у технологічному ланцюзі, який має найменшу продуктивність.

Для картоплезбиральної машини запропонованої конструкції найменшу продуктивність буде мати решітний грохот, тому що на леміші матеріал одержує лише поступальний рух, а на грохоті - поступально-коливний.

У цілому необхідну пропускну здатність машини визначають за формулою (кг/с):

$$q \geq BAV_M / 360\delta_k, \quad (2.5)$$

де B - ширина захвату знаряддя, м ($B = 450$ мм);

A - врожайність, ц/га. $A = 100$ ц/га;

V_M - швидкість машини, км/год ($V_M = 1,5$ м/с).

δ_k - коефіцієнт, що характеризує відношення маси корисного матеріалу, який виділяється, до всієї маси, що поступає в комбайн (наприклад відношень маси картоплі до маси землі, картоплі і бадилля, що надходить у картоплезбиральний комбайн)

$$\delta_k = a_g / (a + a_g),$$

де a_g – маса корисного матеріалу, що виділяється, кг;

$(a + a_g)$ - уся маса, що надходить у комбайн, кг.

Там, де йде опрацювання матеріалу з виділенням корисного продукту (зерно, картопля, льон і ін.) $\delta_k \leq 1,0$, а де йде тільки переробка матеріалу (подрібнювання зеленої маси й ін.) $\delta_k = 1,0$.

На сепаруючі органи картоплезбиральних машин при поступальній швидкості збирального агрегату від 0,65 до 1,5 м/с ґрунтова маса поступає в кількості 150-300 кг/с. Маса складається з 95-97% ґрунту, 1-2% рослинних залишків. З неї потрібно виділити всього лише 2-3% бульб картоплі.

Отже, вважаючи, що $\delta_k = 0.03$, отримаємо

$$q \geq \frac{0.450 \cdot 100 \cdot 5.4}{360 \cdot 0.03} = 22.5 \text{ кг/с.}$$

Продуктивність збирального агрегату, га/год:

$$W = 360 \delta_k q \tau / A, \quad (2.6)$$

де τ - коефіцієнт використання робочого часу зміни, $\tau=0,62$ [13].

$$W = \frac{360 \cdot 0.03 \cdot 22.5 \cdot 0.8}{100} = 0.15 \text{ га/год.}$$

Отже продуктивність картоплекопача становить 0,15 га/год.

Таким чином, необхідна продуктивність збиральних агрегатів залежить від пропускної здатності робочих органів і коефіцієнта використання робочого часу зміни, тобто в першу чергу продуктивність залежить від обраних конструктивних рішень робочих органів і їх допустимих кінематичних режимів роботи, а також від конструктивних заходів по зниженню втрат часу зміни.

2.4. Визначення тягового опору картоплекопача

Тяговий опір коренезбирального агрегату залежить від ширини захвату B_K і питомого опору q , який відповідає заданій глибині ходу і типу робочих органів. Тяговий опір агрегату для викопування картоплі визначимо за формулою [13]

$$R_T = B_K \cdot m \cdot q + G_P \cdot f, \quad (2.7)$$

де m - число рядів робочих органів агрегата, $m=1$;

q - питомий опір лемеша картоплекопача $q=7-8,5$ кН/м [13];

G_P - вага начіпного знаряддя, $G_P \approx 1,18$ кН (маса машини 118 кг);

f - коефіцієнт перекочування коліс картоплекопача, $f=0,2$ [13].

Підставивши числові дані, отримаємо

$$R_T = 0.45 \cdot 1 \cdot 8.5 + 1.18 \cdot 0,2 \approx 4 \text{ кН.}$$

2.5. Визначення необхідної потужності для роботи картоплекопача

При визначенні потужності двигуна, необхідної для приводу картоплекопача, враховують тяговий опір робочих органів, опір перекочування коліс машини, а також потужність, необхідну для приводу грохота.

Необхідну потужність знаходимо за формулою [13]:

$$N = \frac{R_T \cdot V}{\eta_{MEH} \eta_V \eta_{YM}} + \frac{N_{np}}{\eta_{np}}, \quad (2.8)$$

де V – робоча швидкість машини, $V=5,4\text{км/год}=1,5\text{м/с}$;

η_{MEH} – механічний ККД силової передачі, $\eta_{MEH}=0,83$ [13];

η_V – коефіцієнт, що враховує втрати на буксування, залежить від виду рушія. Для колісного ходу $\eta_V = 0,85 - 0,97$, прийmemo $\eta_V=0,9$;

η_{YM} – коефіцієнт використання потужності двигуна, залежить від ступеня випадковості сил опору робочих органів і динамічності процесів, які проходять в машині. З врахуванням необхідного запасу $\eta_{HM}=0,90 - 0,95$.

Прийmemo $\eta_{HM}=0,92$;

N_{np} – потужність, потрібна на привід робочих органів через вал відбору потужності, кВт;

η_{np} – ККД валу відбору потужності, $\eta_{np} = 0,95$.

Через вал відбору потужності приводиться в дію лише грохот машини. Потужність на руйнування пласта грохотом визначається [20]

$$N_{def} = \frac{10^{-4} \cdot k \cdot c \cdot h \cdot z \cdot n \cdot \alpha}{6}, \quad (\text{кВт}) \quad (2.9)$$

де k - питомий опір деформації ґрунту;

$k = 2 \cdot 10^{-2}$ МПа – легкі ґрунти;

$k = 4,9 \cdot 10^{-2}$ МПа – середні ґрунти;

$k = 7,64 \cdot 10^{-2}$ МПа – важкі ґрунти;

c - площа шару ґрунту, см. Визначаємо як площу основи лемеша – добуток ширини захвату на довжину лемеша $c = 0,450 \cdot 0,240 = 0,108 \text{ м}^2 = 1080 \text{ см}^2$;

h - висота шару ґрунту, см. Приймаємо рівною максимальній глибині підкопування, $h = 25$ см;

Z - загальна кількість пальців, $Z = 11$;

n - частота обертання привідного валу, об/хв;

α - коефіцієнт, що враховує стан ґрунту. Оскільки ґрунт підрізаний і частково подрібнений на лемеші, $\alpha = 0,7$.

Отже, для легких ґрунтів:

$$N_{\text{деф}} = \frac{10^{-4} \cdot 2,04 \cdot 10^{-2} \cdot 1080 \cdot 24 \cdot 11 \cdot 540 \cdot 0,7}{6} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Для середніх ґрунтів:

$$N_{\text{деф}} = \frac{10^{-4} \cdot 4,9 \cdot 10^{-2} \cdot 1080 \cdot 24 \cdot 11 \cdot 540 \cdot 0,7}{6} = 1,6 \text{ кВт.}$$

Для важких ґрунтів :

$$N_{\text{деф}} = \frac{10^{-4} \cdot 7,64 \cdot 10^{-2} \cdot 1080 \cdot 24 \cdot 11 \cdot 540 \cdot 0,7}{6} = 2,5 \text{ кВт.}$$

Необхідна потужність двигуна:

$$N = \frac{4 \cdot 1,5}{0,83 \cdot 0,9 \cdot 0,92} + \frac{2,5}{0,95} = 11,5 \text{ кВт} \approx 15 \text{ к.с.}$$

2.6. Вибір енергетичного засобу

Згідно агротехнічних умов на виконання технологічних операцій сільськогосподарського виробництва рекомендована швидкість руху агрегату для викопування картоплі копачем складає $V_p=2-8$ км/год [13].

З довідкової літератури [13] вибираємо трактор малої потужності марки ХТЗ-2511 з номінальною потужністю 21,4 кВт, який на четвертій передачі другого діапазону забезпечує швидкість руху агрегату $V_p=5,41$ км/год і тягове зусилля на гаку $P_{зак}=4,7$ кН.

Ефективність машинно-тракторного агрегату визначається коефіцієнтом використання тягової потужності трактора:

$$\xi = \frac{R_r}{P_{зак}} = \frac{4}{4,7} = 0,85.$$

Отже, ефективність завантаження трактора на четвертій передачі – 85%.

Необхідно відмітити, що крім обраного трактора марки ХТЗ-2511, для агрегування малогабаритного картоплекопача можна використовувати й інші сучасні малогабаритні трактори та трактори малої потужності, які на даний час випускаються вітчизняними та закордонними підприємствами: вітчизняні ХТЗ серії 30 (ХТЗ-2512, ХТЗ-3510, ХТЗ-3521); ДТЗ (ЮМЗ-8070, ЮМЗ-8270); зарубіжні МТЗ «Білорусь» (МТЗ-082БС, МТЗ-310, МТЗ-320А) та широкий асортимент малогабаритних тракторів китайського виробництва.

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок опорних коліс

Опорні колеса картоплекопача складаються із коліс та стойки з гвинтовим механізмом, яка призначена для регулювання глибини викопування бульб вручну за допомогою гвинтового механізму.

На картоплекопачах встановлюють опорні колеса діаметром 300 мм і шириною 100 мм на які навантаження діє тільки під час виконання технологічного процесу викопування картоплі.

Вибираємо для картоплекопача більш прості та дешеві колеса з металевим ободом, хоча для уникнення великого тиску на ґрунт рекомендують пневматичні колеса, оскільки у них менший опір коченню, і на відміну від інших коліс, вони не так сильно подрібнюють ґрунт на пилоподібні фракції.

Перевіримо, чи підходить колесо з вищезгаданими параметрами до розробленої конструкції малогабаритного картоплекопача.

Необхідний діаметр колеса для малогабаритного картоплекопачанової конструкції можна розрахувати із формули Грандвуане-Горьчкіна, яка визначає опір перекочування колеса (необхідну штовхаючу силу) [9]:

$$Q = 0.863 \sqrt{\frac{G^4}{qbd^2}}, \quad (3.1)$$

де G – частина ваги агрегату, яка припадає на одне колесо, Н.
 $G=118\text{кг}=1180/2=590$ Н;

q – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, $q=2,0-4,0$ Н/см³ [9];

$b=100$ мм – ширина колеса,

d – діаметр колеса, мм.

Опір перекочування коліс картоплекопача визначаємо за формулою:

$$Q = G \cdot f ;$$

$$Q = 590 \cdot 0.2 = 118 \text{ Н.}$$

З формули (3.1) визначаємо мінімальний діаметр колеса:

$$d = \sqrt{0.86^3 \frac{(G/4)^4}{q \cdot b \cdot Q^3}}, \quad (3.2)$$

$$d = \sqrt{0.86^3 \frac{(590/4)^4}{4 \cdot 10^6 \cdot 100 \cdot 118^3}} \approx 21.4 \text{ мм.}$$

Отже, колесо діаметром 300 мм із значним запасом задовольняє умови перекочування і підходить для картоплекопача нової конструкції.

Розрахуємо необхідний діаметр осі, на яку кріпитиметься опорне колесо малогабаритного картоплекопача.

На вісь колеса у небезпечному перетині діє згинальний момент:

$$M_B = R_\Gamma \cdot l_B, \quad (3.3)$$

де $R_\Gamma = (R_T \sin \alpha) / 2$ - вертикальна складова опору ґрунту, Н:

$$R_\Gamma = (4000 \cdot \sin 18) / 2 = 618 \text{ Н};$$

l_B – плече дії сили R_Γ , м. $l_B = 0,070$ м.

$$M_B = 618 \cdot 0.07 = 43.26 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Діаметр осі у небезпечному перетині визначають за формулою [9]:

$$d_B \geq \sqrt[3]{M_B / 0.1[\sigma]}, \quad (3.4)$$

$$d_B \geq \sqrt[3]{43.26 / 0.1 \cdot 55} = 0.02 \text{ м.}$$

Отже, мінімальний діаметр осі колеса становить 20 мм.

3.2. Розрахунок шліцевого з'єднання

Проводимо перевірочний розрахунок шліцевого з'єднання ексцентрикового вала приводу грохота картоплекопача від ВВП (рис. 3.1).

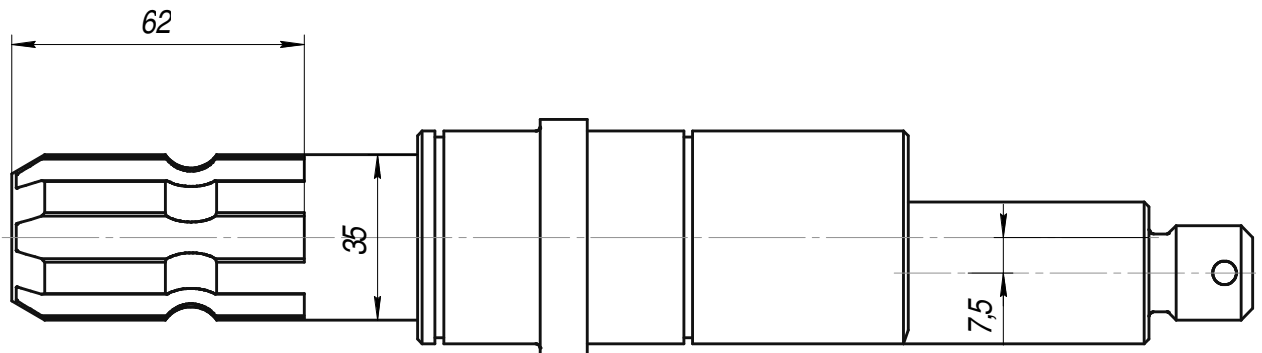


Рис. 3.1. Розрахункова схема шліцевого з'єднання

Шліцеве з'єднання згідно ГОСТ 1139-58 з номінальними розмірами 6x26x62.

Вихідні дані для розрахунку:

Частота обертання ВВП $n_{OB} = 540 \text{ хв}^{-1} = 9 \text{ с}^{-1}$.

Розрахунковий крутний момент визначаємо з відомої потужності:

$$M_{KP} = \frac{N}{2\pi \cdot n} = \frac{11500}{2\pi \cdot 9} = 200 \text{ Нм.}$$

Матеріал робочих поверхонь – сталь 40X, термообробка – покращення HRC28, змащування середнє, навантаження змінне, більшу частину часу робочий орган працює із середніми навантаженнями.

Довжина шліцевого з'єднання $l = 62$ мм.

Так як у даному шліцевому з'єднанні передається тільки крутний момент, то згідно загальних положень [16] розрахунок навантажувальної здатності з'єднання ведеться з розрахунку на зминання.

Із [16] визначаємо умовний сумарний статичний момент площі робочих поверхонь з'єднання відносно осі вала $S_F = 118^3$ /мм.

Середній діаметр шліцевого з'єднання $d = 28$ мм.

Розрахунок з'єднання на зминання проводимо за формулою

$$\sigma = \frac{M_{KP}}{S_F \cdot l} \leq [\sigma]_{3M},$$
$$\sigma = \frac{200 \cdot 10^3}{118 \cdot 62} = 27,7 \text{ МПа},$$

де $[\sigma]_{3M}$ – допустиме напруження на зминання,

$$[\sigma]_{3M} = \frac{\sigma_T}{n \cdot K_{3M} \cdot K_D}.$$

Для прийнятої у розрахунках сталі 40X при вказаній термообробці приймаємо $\sigma_T = 55$ МПа.

Коефіцієнт запасу міцності при розрахунку на зминання приймаємо $n = 1,4$ [16].

Загальний коефіцієнт концентрації навантаження при розрахунку на зминання

$$K_{3M} = K_3 \cdot K_{IP} \cdot K_H.$$

Для з'єднання, навантаженого тільки крутним моментом, коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження між зубами $K_3 = 1$, [16].

Коефіцієнт поздовжньої концентрації навантаження (на довжині з'єднання) $K_{IP} = K_{KP}$, де K_{KP} - коефіцієнт концентрації навантаження від закручування вала. Залежно від відношення розмірів l і D шліцевого з'єднання

$$\frac{l}{D} = \frac{62}{35} = 1,8; \text{ із [16] } K_{KP} = 1,2.$$

Коефіцієнт змінності навантаження при роботі здебільшого із середніми навантаженнями $K_H = 0,57$; [25, табл.5].

$$\text{Тоді } K_{3M} = 1 \cdot 1,2 \cdot 0,57 = 0,684.$$

Коефіцієнт динамічного навантаження [1]

$$K_D = \frac{M_{KP \max}}{M_{KP}}.$$

Враховуючи режим роботи і відсутність реверсування приймаємо $K_D = 1,6$.

Тоді напруження на змінання

$$[\sigma]_{3M} = \frac{55}{1,4 \cdot 0,684 \cdot 1,6} = 33,8 \text{ МПа.}$$

З'єднання задовольняє умові міцності на змінання:

$$\sigma = 27,7 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{3M} = 33,8 \text{ МПа.}$$

3.4. Розробка моделі об'єкту проектування

Рама малогабаритного картоплекопача є несучою частиною конструкції, яка складається з поздовжніх брусів і приварених до них поперечних балок. Рама призначена для кріплення робочих органів і механізмів, які забезпечують роботу малогабаритного картоплекопача.

Для аналізу напружено-деформованого стану конструкцій машин на даний час широко використовуються сучасні інженерні програми моделювання геометрії та навантаженості вузлів, основані на методі скінченних елементів.

Найбільш доступною та ефективною програмою для інженерного аналізу є система тривимірного моделювання SOLIDWORKS.

Модель малогабаритного картоплекопача, виконана в програмному комплексі SOLIDWORKS, показана на рис. 3.2.

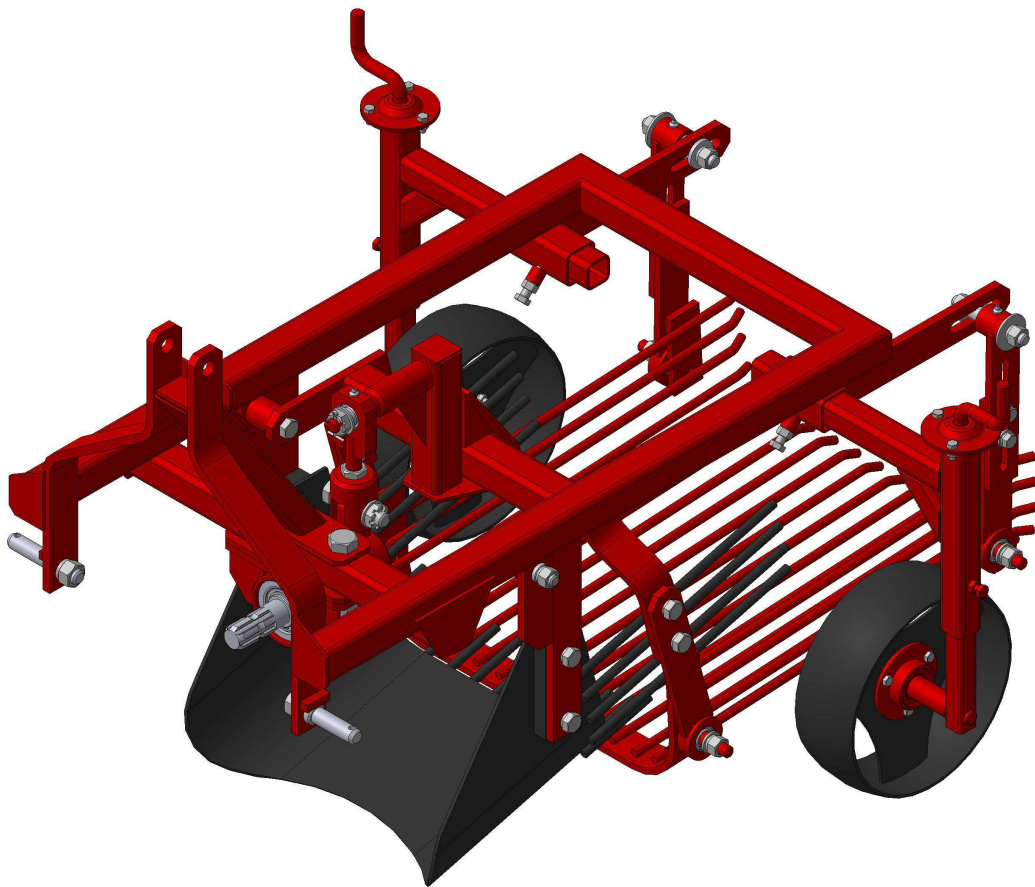


Рис. 3.2. Твердотільна модель малогабаритного картоплекопача

Проведемо розрахунок на міцність рами малогабаритного картоплекопача при виконанні технологічного процесу. В цьому випадку картоплекопач кріпиться до гідроначіпки трактора за допомогою двох нижніх та одного верхнього кронштейна. На раму будуть діяти навантаження від леміша, грохота та зусилля від власної ваги. Ці навантаження зрівноважуватимуться опорними колесами та начіпкою трактора.

Розрахунок проводимо у програмі SOLIDWORKS в такій послідовності.

Завантажуємо твердотільну модель у розрахунковий модуль (рис. 3.3, а) та створюємо сітку скінченних елементів (рис. 3.3, б).

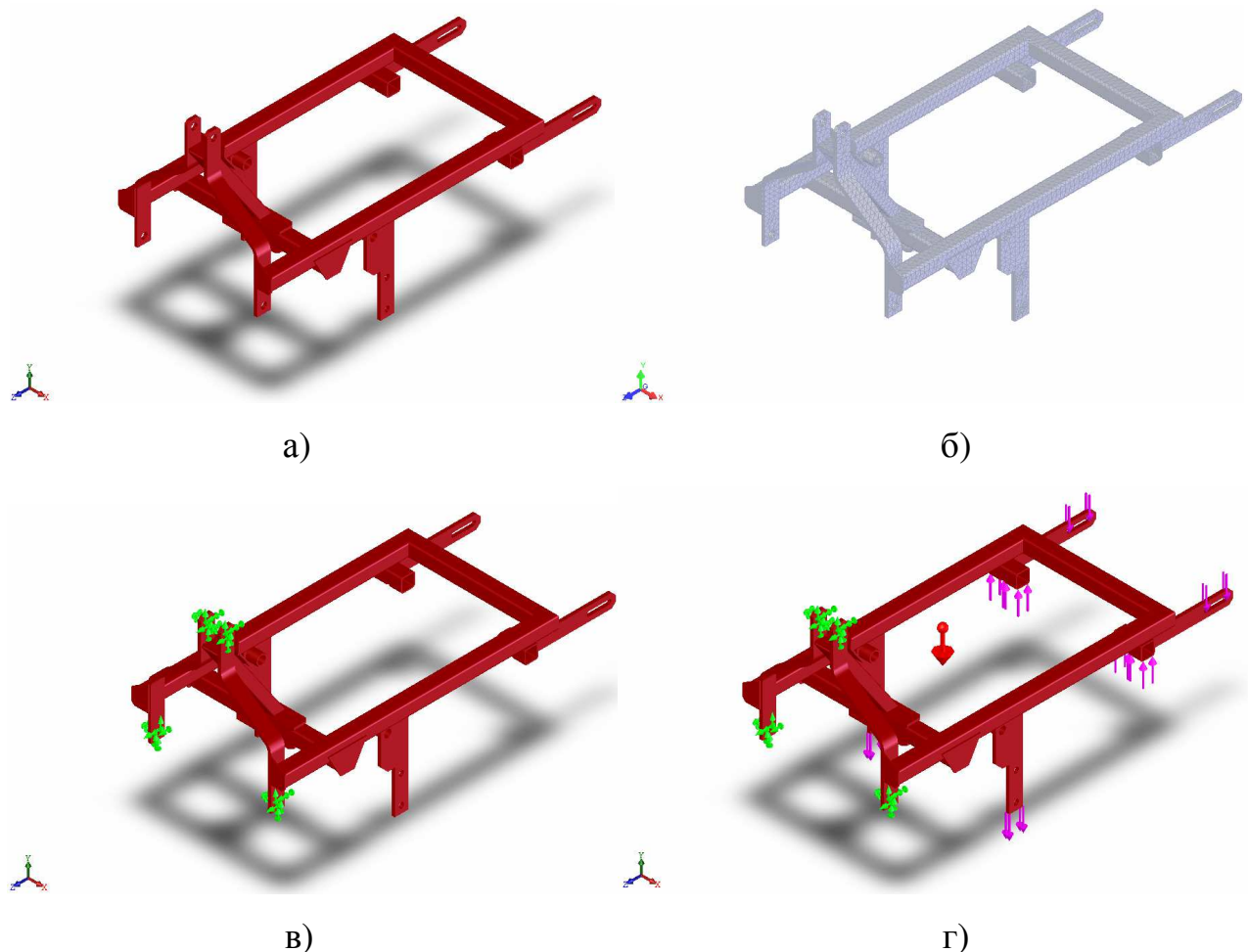


Рис. 3.3. Послідовність підготовки твердотільної моделі рами малогабаритного картоплекопача до розрахунку:

а – твердотільна модель рами; б – твердотільна модель з сіткою скінченних елементів; в – умови защемлення рами; г – зовнішнє навантаження на раму.

Задаємо умови защемлення на кріпильних кронштейнах (рис. 3.3, в).

Задаємо зовнішні силові фактори, що діють на раму картоплекопача: зусилля від лемеша (4 кН), зусилля від грохота (2 кН), реакції від опорних коліс. Також задаємо зусилля від власної ваги рами (118 кг) (рис. 3.3, г).

Проводимо розрахунок напружено-деформованого стану рами малогабаритного картоплекопача. Результати розрахунку подано на рис. 3.4.

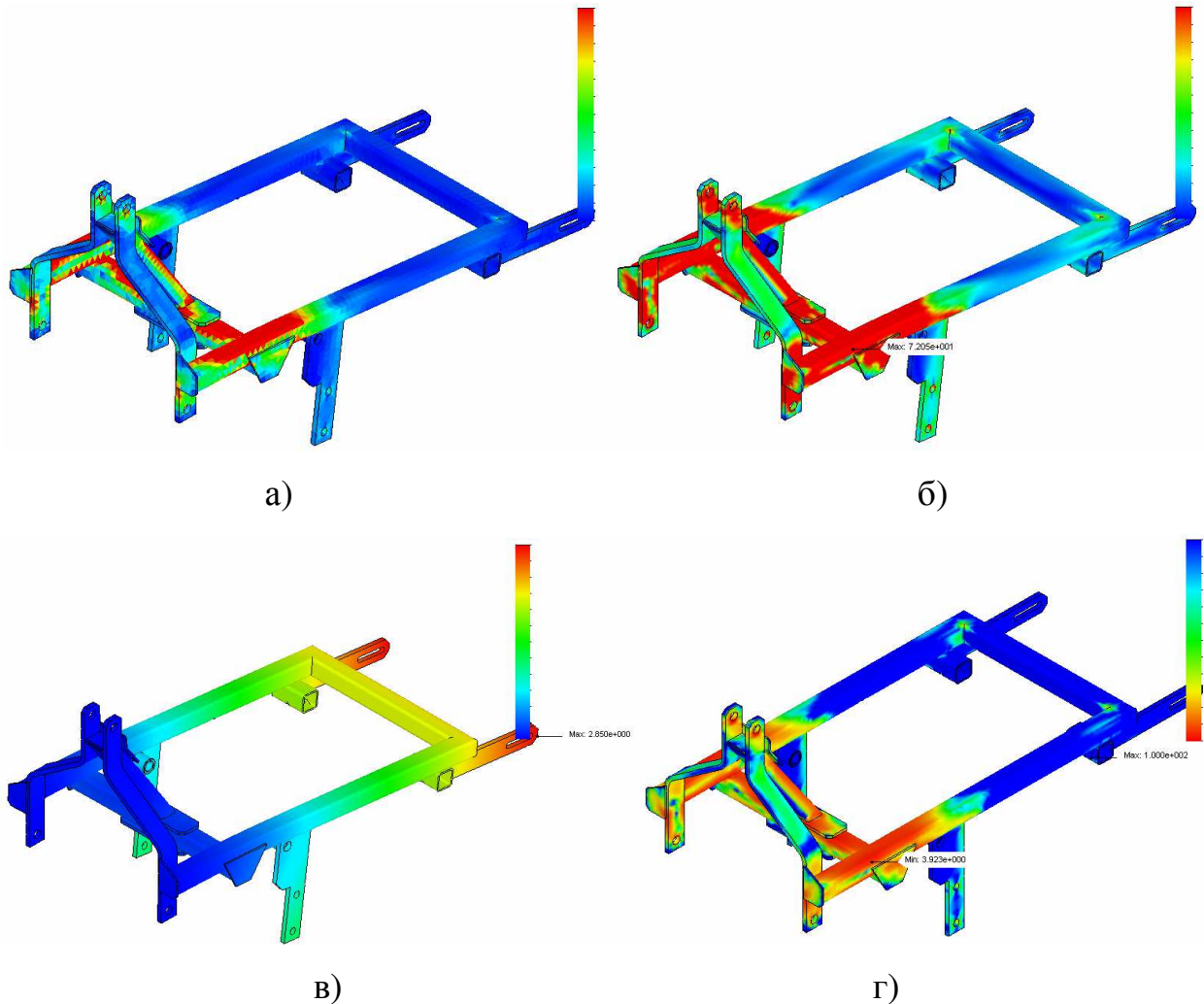


Рис. 3.4. Результати розрахунку моделі рами

а - деформація рами; б - напруження у рамі;

в - переміщення точок рами; г – запас міцності рами (FOS).

Отже, максимальні напруження в рамі виникатимуть в місці кріплення передньої поперечки до поздовжніх балок рами $\sigma_{MAX} = 72$ МПа.

Максимальне переміщення 2,8 мм спостерігається в задній частині рами.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Ідентифікація джерел підвищеної небезпеки

Питання ідентифікації джерел підвищеної небезпеки (віднесення потенційно небезпечного об'єкту до категорії джерел підвищеної небезпеки) продовжує залишатись досить актуальним у юридичній науці та практиці правозастосування. Питання щодо ідентифікації приміром таких джерел, як тваринницькі комплекси чи молокозаводи, м'ясокомбінати тощо не є однозначним і позадискусійним, хоча діяльність кожного з таких промислових підприємств потенційно може створювати загрозу для життя і здоров'я. Проблема ускладнюється тією всезагальною та об'єктивною закономірністю, що людство у процесі своєї еволюції постійно розширює межі власної практики перетворення буття (винаходить і використовує нові джерела енергії, запроваджує нові процеси виробництва, нові форми організації соціуму, видозмінює та використовує об'єкти матеріального світу, здійснює їх присвоєння тощо). Це і обумовлює об'єктивну неможливість санкціонування вичерпного переліку джерел підвищеної небезпеки на нормативно-правовому рівні.

Питання встановлення режиму джерела підвищеної небезпеки щодо певного об'єкту пов'язане не тільки із особливостями відповідальності їх власників (так звана абсолютна, сувора, форсована відповідальність), але й з особливостями змісту правовідносин на регулятивній фазі розвитку (особливо у частині встановлення кола обов'язків власників джерел підвищеної небезпеки) та особливостей правосуб'єктності їх власників, адже встановлення статусу власника джерела підвищеної небезпеки покладає на таких суб'єктів низку додаткових, насамперед економічно, матеріально, організаційно, технічно обтяжливих суб'єктивних обов'язків щодо упередження прояву небезпечних

властивостей джерела. Так, якщо власник транспортного засобу зобов'язаний отримати необхідний рівень знань, підтверджений спеціальним дозвільним документом на керування транспортним засобом, підтвердити у встановленій формі технічну придатність транспортного засобу, проводити встановлені регламентні роботи, дотримуватись спеціальних правил безпеки руху під час його експлуатації, здійснювати обов'язкове страхування відповідальності тощо, то уже власник промислового підприємства, враховуючи ступінь ймовірності заподіяння шкоди, зобов'язаний: забезпечити отримання персоналом підприємства необхідного рівня знань, встановлювати запобіжно-профілактичне обладнання, організувати технологію виробничого процесу відповідно до вимог, норм, нормативів та правил безпеки, організувати виробничий контроль за дотриманням правил безпеки, організувати локальне нормативно-правове забезпечення безпечності діяльності підприємства, здійснювати облік потенційно-небезпечних речовин, сплачувати необхідні платежі і збори, пов'язані із реалізацією державної політики у галузі запобігання промисловим інцидентам, аваріям та катастрофам і т. д. Із забезпеченням безпеки потенційно небезпечних джерел пов'язані і досить коштовні процедури ліцензування, стандартизації, сертифікації (продукції та діяльності), акредитації персоналу, регламентації технологічно-експлуатаційних процесів. Таким чином, ідентифікація промислового підприємства як джерела підвищеної небезпеки для промисловців є до певної міри не вигідним і обтяжливим, і, між іншим, актуалізує проблему намагання уникнути ідентифікації у якості такого джерела.

Саме з цієї точки зору, не пересічно важливим є питання щодо вироблення чітких, зрозумілих, виважених, і, головне, таких, які б однозначно тлумачились, ідентифікуючих критеріїв джерела небезпеки.

Не вдаючись до відомої наукової полеміки 60-70-х років про субстрат небезпечності, яка виникла між прихильниками “теорії речовин (матеріальних об'єктів)” та “теорії діяльності” (та їх модифікацій більш пізнього періоду) і

того намагання віднайти компроміс між цими науковими платформами, який був втілений у п.4 Постанови Пленуми ВСУ від 27 березня 1992р. №6, результатом якого стало визнання субстратом небезпечності і “речовину” і “діяльність” одночасно, сконцентруємо увагу на тих підходах до “промислової безпеки”, які були сформовані у межах деліктологічних підходів екологічного права. Адже маючи генетичний зв’язок із цивілістичною деліктологією, актуальні питання правового забезпечення безпеки набули міждисциплінарного забарвлення і знайшли своє відображення і у екологічному праві (екологічна безпека, природно-техногенна безпека), і у межах трудового права (технічна безпека, технологічна безпека, охорона праці, промислова безпека), що пов’язано із диференціацією правового регулювання з огляду на бурхливі процеси індустріалізації та науково-технічних перетворень. Встановлення обов’язків, щодо забезпечення безпеки і зниження ризику заподіяння шкоди, попередження виникнення інцидентів, аварій, катастроф здійснюється на еколого-правовому рівні та через систему правового забезпечення безпеки праці. У той же час відшкодування шкоди, заподіяної життю, здоров’ю чи майну громадян опосередковується нормами цивільного права, на що зокрема вказує ст.69 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”. Отже і ідентифікація джерел підвищеної небезпеки, встановлення особливостей правосуб’єктності учасників екологічно-небезпечної діяльності, формування кола спеціальних обов’язків як елементу змісту правовідносин охоплюється предметом екологічного права.

Міжнародне екологічне право виробило досить ефективний, послідовний і зрозумілий алгоритм ідентифікації джерел підвищеної небезпеки через встановлення “рівнів екологічно небезпечної діяльності” як основних юридичних критеріальних ідентифікуючих ознак. Такі рівні виходять із реальної наявності небезпечної речовини на об’єкті. Так, зокрема, відповідно до Ст.1 Конвенції ООН 1992 р. про транскордонний вплив промислових аварій небезпечною діяльністю визнається будь-яка діяльність, у ході якої одна чи

більше ніж одна небезпечна речовина присутня чи може бути присутня у кількостях, що дорівнюють чи перевищують граничні кількості, які перераховані у додатках до конвенції. Додатки до конвенції містять перелік небезпечних речовин та їх граничні кількості. З цих же позицій виходить і Директива Ради Європи 96/82/ЄС від 9 грудня 1996 р. “Про стримування небезпеки великих аварій, пов’язаних з небезпечними речовинами”, яка прямо визнає, що шлях ідентифікації через формування Переліків небезпечних підприємств, яким раніше йшли більшість країн Європи є хибним, оскільки дозволяє уникати регулювання багатьом підприємствам і натомість санкціонує ідентифікацію через встановлення Переліку небезпечних речовин (як додатка до даної Директиви). Безперечно, що така модель правовідносин не є новою для нашої правової доктрини і є нічим іншим, як трансформацією вітчизняної “теорії речовин (матеріальних об’єктів)” (Красавчиков О.О., 1968 р.).

Українське законодавство пішло дещо іншим шляхом у цій частині. Кабінетом Міністрів України Постановою від 27 липня 1995 р. N 554 було затверджено Перелік видів діяльності та об’єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, який в цілому із певними застереженнями можна відносити до апологетики “теорії діяльності”.

Гармонізуючи власне законодавство із Європейськими та світовими підходами щодо ідентифікації джерел підвищеної екологічної небезпеки 18 січня 2001 р. Верховна Рада приймає Закон України “Про об’єкти підвищеної небезпеки”, яким визначає, що об’єкт підвищеної небезпеки - об’єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об’єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Звичайно, залишається відкритим питання про співвідношення вимог цього Закону із ст.450 чинного ЦК України та ст. 1264 (1236) ініційованого

нового ЦК України. Проте слід відмітити загальну тенденцію щодо розширення меж деліктології за кордони суто галузевих досліджень і синтезування доробків доктрин різного галузевого спрямування у рамках міждисциплінарної юридичної науки, що стимулює взаємне збагачення наукових скарбниць як цивільного, так і екологічного і інших галузей права.

4.2. Загальні вимоги безпеки до причіпних і начіпних сільськогосподарських машин

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 “Загальносоюзними 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 ЕЗ – не менше 30°; для машин, виконаних на базі тракторних причепів та напівпричепів – згідно з ГОСТ 1000-75; СГА з колесним енергозасобом (ЕЗ) повинен мати навантаження на керовані колеса не менше 0,2 від експлуатаційної маси ЕЗ.

Для забезпечення поздовжньої стійкості і необхідного навантаження на керовані колеса допускається встановлення баластних вантажів, маса кожного не повинна перевищувати 20 кг.

Наявність на причіпних, напівпричіпних машинах робочих та стоянкових гальм повинна бути встановлена у технічних умовах. Стоянкові

гальма повинні утримувати машину на схилі не меншу 18 %. Устаткування робочими та стоянковими гальмами і страховими ланцюгами (тросами) типу тракторних причепів або напівпричепів є обов'язковим.

Навісні машини повинні мати швидкоз'єдніючі зчіпні пристрої. У технічно обґрунтованих випадках швидкоз'єднуючі зчіпні пристрої допускається не застосовувати. Причіпні та напівпричіпні машини повинні мати жорсткі причіпні пристрої.

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

Машини, які призначені для роботи в гірських умовах, повинні бути устатковані зчіпною петлею, яка обертається навколо своєї поздовжньої осі.

Машини та робочі органи повинні бути устатковані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

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

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

На видних місцях елементів конструкції машин повинні бути написи, або закріплені таблички з написами з техніки безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки та щодо розміщення важелів керування [9].

ВИСНОВКИ

При удосконаленні сільськогосподарських машин найбільшу увагу необхідно приділяти зниженню опору машини, зменшенню маси, спрощенню складних вузлів та зменшенню їх вартості. З аналізу конструкцій однорядних картоплекопачів видно, що найбільш оптимальною машиною для малих господарств є картоплекопач начіпний з активним очисним органом просіваючого типу, який має просту конструкцію та невеликі розміри.

Начіпні машини і знаряддя в 1,5-2 рази легші, ніж причіпні, значно простіші за конструкцією, їх легше транспортувати. Продуктивність начіпних машин і знарядь дещо вища, ніж причіпних.

Малогабаритний картоплекопач запропонованої конструкції призначений для використання в фермерських господарствах з посівною площею до 50 га.

Це начіпна машина з решітчастим сепаратором активного типу. Рух сепаратора забезпечується вібромеханізмом у вигляді ексцентрикового валу та системи осей та важелів з приводом від валу відбору потужності трактора. Регулювання ширини колії картоплекопача та глибини викопування картоплі здійснюється вручну за допомогою гвинтових механізмів.

Така конструкція картоплекопача відповідає вимогам щодо ресурсозбереження, ремонтпридатності та довговічності й може бути використана при проектуванні нових машин.

Завдяки компактності та невеликій ширині захвату малогабаритний картоплекопач запропонованої конструкції може експлуатуватись на присадибних ділянках чи навіть у парниках та теплицях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабій А.В., Довбуш Т.А., Бабій М.В., Ткаченко О.І., Сташків М.Я. Динаміка машин. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 246 с.
2. Булгаков В. Перспективи створення нових машин для збирання картоплі // Motorization and power industry in agriculture (MOTROL). – Lublin, 2007. – V. 9. – P.22–27.
3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994. – 446 с.
4. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г.Войтюка. – Суми: Університетська книга, 2008. - 543 с.
5. Гайченко В.А. Основи безпеки життєдіяльності людини. – К.: МАУП, 2002. – 232с.
6. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228 с.
7. Довідник з охорони праці в сільському господарстві / За ред. С.Д. Лахмана. – Київ: Урожай, 1990. – 396 с.
8. 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.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: Око, 2001. – 444 с.
10. Звіт про науково-дослідну роботу по розробці впровадження технологій і комплексу машин для виробництва картоплі на присадибних та фермерських ділянках. - Глеваха, 1996.

11. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень / Р.Н. Кветний, І.В. Богач, О.Р. Бойко та ін. / За ред. Р.Н. Кветного. – У двох част. – Вінниця: ВНТУ, 2012.
12. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін. / За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
13. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. Посібник / За ред. І.І. Мельника. – К.: Кондор, 2004. – 284 с.
14. Примак І. Д. Екологічні проблеми землеробства / І. Д. Примак, Ю. П. Манько, Н. М. Рідей та ін. / За ред. І. Д. Примака. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
15. Попович П. Уніфікація дослідження напружено-деформованого стану несучих конструктивних систем / П. Попович, М. Сташків, Т. Довбуш // Вісник ТНТУ — Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 78. – № 2. – С. 153-163.
16. Проектування приводів загальномашинобудівного призначення / В.І. Мороз, В. В. Захарченко, О. В. Надтока та ін. – Харків, 2020. – 206 с.
17. 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.
18. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Тернопіль: ВАТ ТВПК „Збруч”, 2003. 332 с.
19. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред.. О.І. Зінченка. – К Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
20. Сільськогосподарські машини : підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
21. Сисолін П.В. Методи проектування сільськогосподарських машин для

- полеводства. – К.: Темплан, 1993. – 152 с.
22. 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.
23. Т. Рибак, М. Підгурський, М. Сташків. Проблеми пошукового конструювання сільськогосподарських машин // Техніка АПК, 2007.- №11-12. – С. 6-9.
24. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва» / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. – 164 с.
25. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters / Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Konstantin Sharai, Andriy Babiy, Mykola Stashkiv // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - VOL 4, NO 1 (100) (2019) Engineering Technological Systems. – pp. 33 – 45.
26. Nevko R., Stashkiv M., Lyashuk O., Vovk Y., Oleksyuk V., Tson O., Bortnyk I. Investigation of internal efforts in the components of the crop sprayer boom section. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Volume 105, Issue 1 (2021), 33 – 41.
27. Nanka, A., Morozov, I., Morozov, V., Krekot, M., Poliakov, A., Kiralhazi, I., Lohvynenko, M., Ryndiaiev, V., Dyakonov, S., & Stashkiv, M. (2021). Substantiation of the presence and parameters of seed guides in the openers, which increase the quality of sowing and yield. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 4, №. 1 (112), 61–75.

ДОДАТКИ

Додаток А

Розрахунок картоплезбирального агрегату

Задаємо розмірності:

$m := m$ $s := s$ $кг := kg$ $год := hr$ $хв := min$ $град := deg$ $кВт := 1000W$ $H := N$

Задаємо дані для розрахунку

Допустима подача технологічної маси на робочі органи	$q_D := 210 \frac{кг}{с}$
Коефіцієнт гребнистості поверхні поля	$K_{гр} := 0.5$
Глибина ходу лемеша	$h := 0.18m$
Конструктивна ширина захвату	$b_K := 1.4m$
Коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату	$\beta := 0.9$
Щільність технологічної маси	$\gamma_M := 1400 \frac{кг}{м^3}$
Приріст питомого тягового опору	$\Delta c := 3\%$
Швидкість машини при проведенні експерименту	$V_0 := 5 \frac{м}{с}$
Робоча швидкість машини	$V_P := 5 \frac{м}{с}$
Експериментальний тяговий опір машини	$k_0 := 6000 \frac{Н}{м}$
Маса машини	$m := 500кг$
Потужність, яка передається на ВВП трактора	$N_{ВВП} := 4.5кВт$
Механічний ККД передачі двигуна до ВВП	$\eta_{ВВП} := 0.96$
Механічний ККД колісних тракторів	$\eta_M := 0.91$
Номінальна частота обертання колінчастого вала	$n := 36.7 \frac{1}{с}$
Передаточне число трансмісії	$i_T := 187$

Розрахунок

Максимально допустима швидкість агрегату

$$V := \frac{3.6 \cdot q_{\text{Д}}}{K_{\text{Гр}} \cdot h \cdot b_{\text{К}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{М}}} \quad V = 4.762 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Трактор МТЗ-80 буде рухатись на II передачі

$$P_{\text{кр}} := 14300 \text{Н}$$

Вага машини

$$G_{\text{М}} := m \cdot g \quad G_{\text{М}} = 4.903 \times 10^3 \text{ Н}$$

Теоретичний радіус кочення ведучих коліс

$$\lambda_1 := 0.8 \quad h := 0.305 \text{ м} \quad r_0 := 0.483 \text{ м}$$

$$r_{\text{К}} := r_0 + h \cdot \lambda_1 \quad r_{\text{К}} = 0.727 \text{ м}$$

Втрати на приводі машини

$$R_{\text{ПР}} := \frac{0.159 \cdot N_{\text{ВВП}} \cdot i_{\text{T}} \cdot \eta_{\text{М}}}{r_{\text{К}} \cdot n \cdot \eta_{\text{ВВП}}} \quad R_{\text{ПР}} = 4.754 \times 10^3 \text{ Н}$$

Питомий тяговий опір машини

$$k := k_0 \cdot \left[1 + (v_{\text{P}} - v_0) \cdot \frac{\Delta c}{100} \cdot \frac{c}{\text{м}} \right] \quad k = 6 \times 10^3 \frac{1}{\text{м}}$$

Сумарний тяговий опір агрегату

$$f := 0.08 \quad \lambda := 1$$

$$R_{\text{А}} := k \cdot b_{\text{К}} + G_{\text{М}} \cdot \left(\lambda \cdot f + \frac{\Delta c}{100} \right) \cdot 0.85 + R_{\text{ПР}} \quad R_{\text{А}} = 1.349 \times 10^4 \text{ Н}$$

Коефіцієнт сили тяги трактора

$$\xi := \frac{R_{\text{А}}}{P_{\text{кр}}} \quad \xi = 0.943$$