УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Дідур В.В.
“___” _____ 2026 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проєкт)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Проектування використання МТП при вирощуванні картоплі з розробкою операційної технології збирання»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 41-ім
Спеціальність Н7
«Агроінженерія»
Олександр МУСІЄНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник Юрій КОВАЛЬЧУК
(прізвище та ініціали)

Рецензент ____
(прізвище та ініціали)

Умань – 2026

ЗМІСТ

Вступ 4

Розділ 1. Огляд технологій та технічних засобів 5
1.1. Аналіх технологій збирання картоплі 5
1.2. Аналіз конструкцій робочих органів картоплезбиральних машин 14

Розділ 2. Розрахунок основних конструкційних параметрів 21
2.1. Обґрунтування технологічного процесу та визначення його основних параметрів 21
2.2. Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів удосконаленого лемеша 22
2.3. Розрахунок основних параметрів ротора картоплекопача 26
2.4. Енергетичний розрахунок копача 30

Розділ 3. Охорона праці і навколишнього середовища 36

Розділ 4. Визначення економічної ефективності 38

Висновки 41

Список використаної літератури 42

ВСТУП

Картопля (Solanum tuberosum L.) посідає провідне місце серед харчових культур світу та є однією з ключових сировинних культур для харчової промисловості й переробки. Вона забезпечує високу енергетичну й поживну цінність продуктів харчування, є важливим джерелом крохмалю, вітамінів і мікроелементів, а також використовується як сировина для виробництва кормів, крохмалевих продуктів, спирту й біопалив. У сільському господарстві картопля відіграє роль стратегічної культури завдяки відносній пластичності до кліматичних умов, високій продуктивності на одиницю площі та здатності забезпечувати продовольчу безпеку на регіональному рівні.

Економічне значення картоплі визначається не лише її питомою роллю в споживчому кошику населення, а й мультиплікативним ефектом у ланцюгах доданої вартості: від насінництва, вирощування та зберігання до переробних підприємств і торгівлі. Галузь стимулює зайнятість у сільській місцевості, сприяє розвитку малих і середніх підприємств та інфраструктури зберігання й логістики. У промисловому аспекті картопляні технології взаємопов’язані з розвитком харчової індустрії (картопляні чіпси, пюре, фрі, крохмальні концентрати), фармацевтики та хімічної промисловості, що підвищує стійкість агроекономіки й сприяє диверсифікації ринків.

Водночас ефективне використання потенціалу картоплярства потребує вирішення низки агротехнічних, біологічних і логістичних проблем: підвищення стійкості сортів до шкідників і стресів, оптимізації систем землеробства, зниження втрат при збиранні й зберіганні та впровадження ефективних технологій переробки. Урахування екологічних вимог і цифровізація виробництва також визначають сучасні напрями розвитку галузі.

Розділ 1. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

1.1. Аналіз технологій збирання картоплі

1. Загальна класифікація технологій

- Ручне збирання: застосовується при дрібних площах, для насінницьких ділянок та при відборі зразків; висока трудомісткість, низька продуктивність, мінімальні пошкодження бульб за рахунок делікатного відбору.
- Напівавтоматичні методи: застосування підкопувачів/грабель + ручний добір; середня продуктивність, використовується на середніх фермах з обмеженим інвестиційним ресурсом.
- Повністю механізовані технології: використання спеціалізованих комбайнів і комбінацій агрегатів (копачі, транспортери, сепаратори, фасувальні лінії) для великих площ і промислового вирощування; забезпечують високу продуктивність і стандартизацію якості.

2. Основні типи машин і агрегатів

- Копачі-підгортальники (lifters, diggers): ножеві, ротаційні, вібраційні; підрізають бульби разом із ґрунтом і піднімають на поверхню або в транспортну ленту.
- Комбайни для збору картоплі (potato harvesters): модульні агрегати, що поєднують копач, транспортну систему, систему очищення (вібро- або барабанні сита, грохоти), відсортовування за розміром і транспортування в бункер/вантажівку.
- Копачі-гребнесформувачі (row lifters): формують гребені/рядки і виносять бульби, полегшуючи ручний або механізований збір.
- Транспортери та рампи для завантаження: рухомі та стаціонарні стрічкові

конвеєри, підйомники для подачі продукту на сортувальні лінії або в причіп.

- Сортувальні та калібрувальні лінії: барабани, ролики, проміжні бункери, машини для миття і калібрування (для промислової переробки).
- Допоміжне обладнання: дефоліатори (викликають опадання листя), віялові вентилятори (очищення), системи для попередньої сушки.

3. Передзбиральні підготовчі операції

- Дефоліація: механічна (ротаційні рубачі) або хімічна (регулятори росту) — прискорює підсихання листя, полегшує підняття бульб та знижує ризик механічного пошкодження і інфекцій.
- Оптимальний строк збирання: залежить від вологовмісту бульб та шкірки (тест на дозрілість); збір у надмірно вологому ґрунті підвищує приріст механічних ушкоджень і забруднення.
- Підготовка полів: зниження кількості великих каменів, розпушування крайових ділянок, контроль вологості ґрунту (оптимум для копачів ≈ 15–20 % вологість залежно від сорту).

4. Технічні параметри роботи машин

- Глибина підрізу: налаштовують залежно від залягання бульб; занадто мала — пропуски, занадто глибока — підйом зайвого ґрунту та пошкодження бульб.
- Швидкість руху: компроміс між продуктивністю і якістю: типово 3–6 км/год для копачів; збільшення швидкості підвищує втрати й ушкодження.
- Частота вібрацій/обертів грохота: підбирається для ефективного очищення при мінімальному ударному навантаженні на бульби.
- Висота та кут підйому транспортерів: впливають на падіння бульб в бункер; має бути мінімізований кут, щоб знизити ударні навантаження.

5. Джерела втрат і ушкоджень при збиранні

- Механічні травми (удари, розрізи, стиснення): призводять до втрат при сортуванні і при зберіганні (гниття, підвищення температури).

- Пропуски (непідняті бульби): залежать від налаштування глибини підрізу, конструкції зубів і швидкості.
- Забруднення ґрунтом і сторонніми предметами: ускладнюють миття і переробку, підвищують інфекційні ризики.
- Надмірне очищення (пошкодження шкірки): спричиняє втрати при зберіганні.

6. Якість продукції та її збереження

- Критерії якості після збирання: відсоток пошкоджених бульб, вміст механічних домішок, ступінь забруднення, розмірна структура, температура і вологість при зберіганні.
- Миття та сушка: для товарного ринку і переробки — миття обов’язкове; проте миття підвищує ризик механічних пошкоджень і погіршує збереження при неправильній сушці.
- Охолодження і підготовка до зберігання: тривале провітрювання та попереднє підсихання шкірки, контроль температури (від 4 до 10 °C для споживчих сортів залежно від призначення) і відносної вологості (~90 %).

7. Автоматизація і точні технології

- GPS-керування та паралельне водіння: покращують точність руху агрегатів, зменшують пропуски і дублювання, підвищують продуктивність.
- Системи моніторингу в реальному часі: датчики навантаження, камери, аналіз вібрацій — для оптимізації режимів роботи і швидкого виявлення несправностей.
- Роботизація сортування і фасування: автоматичні лінії для сортування за розміром і якістю, інспекція камерою для виявлення вад.

8. Логістика збору і навантаження

- Синхронізація бункерів і транспортних засобів: важлива для уникнення простоїв комбайна; вимірювання продуктивності бункера і планування завантаження.
- Мобільні сортувальні пункти: на великих масивах — монтаж тимчасових

ліній для миття і калібрування; зменшують навантаження на стаціонарні підприємства і скорочують логістичні витрати.

- Транспортування до сховищ: м’яка подача, запобігання падінню з висоти; температура і час транспортування — критичні для запобігання проростання та ушкоджень.

9. Економічні аспекти

- Порівняння витрат: механізоване збирання — висока початкова капіталовкладення, але нижча собівартість за одиницю продукції при великих площах; ручне — мінімальні інвестиції, але висока собівартість праці.
- Окупність інвестицій: залежить від масштабу господарства, інтенсивності вирощування, врожайності й призначення продукції (продукти харчування vs переробка).
- Вплив на якість зберігання і ринкову ціну: зменшення механічних пошкоджень і забруднень безпосередньо підвищує вартість товару.

10. Екологічні та соціальні фактори

- Механізоване збирання знижує трудомісткість і ризики для працівників, але потребує підготовки персоналу.
- Належна організація збирання зменшує втрати продовольства і навантаження на екосистеми (менше залишків у полі, контроль за поширенням хвороб).

11. Рекомендації для практики

- Оптимізувати строки збору згідно з вологістю ґрунту та станом шкірки; проводити дефоліацію за 7–14 діб до збирання залежно від сорту.
- Підбирати тип копача/комбайна згідно з умовами ґрунту і заляганням бульб; налаштовувати глибину підрізу та швидкість руху для мінімізації втрат.
- Інвестувати в системи очищення з регульованою інтенсивністю (грохота з регулюванням амплітуди) для зниження ударних пошкоджень.

- Запроваджувати GPS-керування і моніторинг стану машини для підвищення ефективності; використовувати мобільні сортувальні модулі при віддалених масивах.
- Забезпечити швидку та дбайливу логістику для зниження часу від збору до зберігання/переробки.

Ефективне і економічно обґрунтоване збирання картоплі потребує інтегрованого підходу: правильного вибору і налаштувань машин, підготовки поля і продукту, сучасних систем очищення та сортування, а також оптимізованої логістики. Інвестиції в автоматизацію, точні технології і навчання персоналу дозволяють зменшити втрати, підвищити якість і забезпечити більшу рентабельність картоплярства.

Сучасні підходи до збирання картоплі орієнтовані на підвищення продуктивності при одночасному зниженні механічних ушкоджень бульб, енерговитрат і втрат у полі. Значна роль відводиться адаптації технології до типу ґрунту, вологості, рельєфу та кінцевого призначення продукції (насіннєва, товарна, переробна). Одночасно активно впроваджуються цифрові рішення, системи автоматичного регулювання та делікатні методи обробки продукту.

1. Комбінований (комбінаційний) спосіб

- Сутність і застосування: сучасний комбінований підхід поєднує роботу копача-валкоукладача та комбайна з поперечними транспортерами й системами легкого попереднього очищення. Копач формує валки (з двох/чотирьох рядків), частково відокремлює бульби від ґрунту та рослинних решток; наступний комбайн одночасно підкопує незняті рядки і підбирає валок для повної сепарації й завантаження.
- Сучасні зміни: застосовуються адаптивні приводи, електронне регулювання висоти підрізу і швидкості транспортерів, датчики вологості й каменю для автоматичного підстроювання режимів. Це знижує пропуски, ушкодження й поліпшує продуктивність за умови рівного ряду і стабільної вологості ґрунту.

- Обмеження: ефективний на легких і середніх ґрунтах, при відносно рівному рельєфі; в умовах сильної вологості або великого вмісту каміння продуктивність і якість збирання падають.

2. Роздільний (двофазний) спосіб

- Сутність: копач викопує бульби у валок для попереднього підсихання (світлове гартування), а пізніше комбайн/підбирач підбирає та очищує валок.
- Сучасне застосування: роздільний спосіб зберігає актуальність при підвищеній вологості ґрунту або за потреби попереднього підсушування шкірки — знижується ймовірність механічних пошкоджень та інфекцій під час зберігання. Використовуються валкоукладачі з контролем формування валка та мульчуючими/провітрювальними пристроями для оптимального підсихання.
- Обмеження: вимагає додаткового часу і площі; ефективніший при логістичній організації та наявності техніки для наступного підбору.

3. Повна механізація та автоматизація процесу

- Сучасні комбайни: інтегровані модульні системи з копачем, багатоступеневою сепарацією, регульованими грохотами, відцентровими/вібраційними і повітряними сепараторами, автоматичними калібраторами і бункерами з контролем рівня. Багато моделей оснащені системами зменшення ударних навантажень (пневмопідвіска, м'які стрічки, амортизовані викиди).
- Роботизація та сортування: оптичні сенсори (камера-сканери, NIR), машинний зір для відкидання пошкоджених/некондиційних бульб ще на полі; автоматичні системи фасування та навантаження.
- Технології зменшення травматизації: регульовані повільні стрічки, енерго-пом'якшені приймальні лотки, адаптивні кути падіння бульб, використання безударних (low-drop) конвеєрів.

4. Сепарація вороху — сучасні підходи

- Механічні критерії: розділення за розмірами, формою і коефіцієнтом опору кочення (грохота, роликові системи, пруткові елеватори).
- Повітряні і пневмосепаратори: ефективно відокремлюють легкі домішки (листя, дрібні грудки) за допомогою регульованих потоків повітря; знижують механічну обробку і ушкодження.
- Візуальні/оптичні сортувальники: камерні і спектральні рішення для відділення пошкоджених, хворих або забруднених бульб, каменю та нестандартних форм в реальному часі.
- Комбіновані системи: поєднання вібраційних грохотів, повітряних сепараторів і оптичної інспекції дає найкращий результат щодо якості вороху.

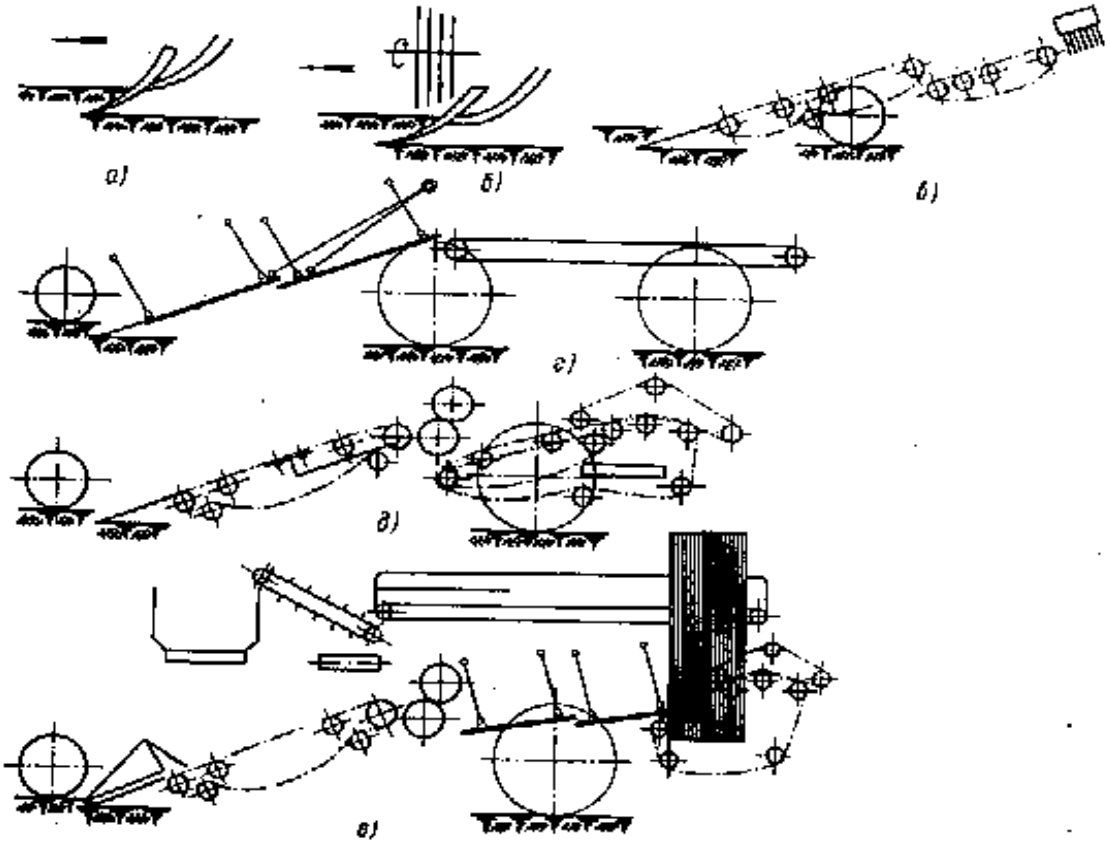


Рисунок 1.1 – Принципові схеми основних типів картоплезбиральних машин

5. Типи копачів і їх сучасні модифікації

- Лемішні копачі (row lifters): з регульованими лемешами, гідравлічним регулюванням глибини і системами виведення каміння; застосовуються на легких ґрунтах.
- Роторні копачі: модифіковані ротори з регульованою подачею ґрунту й розосередженням для зменшення руйнування бульб; використовуються в специфічних регіонах. Сучасні роторні машини мають системи зменшення викиду каміння і автоматичного регулювання роторної швидкості.
- Просіювальні копачі (сітчасті, пруткові елеватори): оснащуються регульованими прутками/щілинами та багатоступеневою сепарацією; у сучасних моделях — автоматичне підстроювання за навантаженням і вібраційні демпфери для мінімізації ударів.
- Копачі із причіпними перебірними столами: зараз зустрічаються рідше; оптимізовані ергономічно для зниження фізичної праці, застосовуються на насінницьких/ранніх площах.

6. Валкоукладачі та валковоутворення

- Сучасні валкоукладачі формують стабільні валки з контролем висоти й ширини, із системами видалення бадилля та захистом від забруднення. Це підвищує ефективність наступного механізованого підбору та знижує контакт бульб із вологим ґрунтом.

7. Підбірщики та комбайни з функцією підбору валків

- Спеціалізовані підбірщики все ще використовуються для великих масивів з валками; сучасні моделі мають делікатні стрічки, автоматичне регулювання та оптичну інспекцію. Більш універсально — оснащення комбайнів пристроями для підбору валків (модульні приставки), що підвищує гнучкість техніки.

8. Втрати, ефективність і показники якості

- Сучасні технології спрямовані на зменшення втрат у полі (<5–8 % при правильному налаштуванні) і мінімізацію механічних пошкоджень (ціль —

<3–5 % ушкоджених бульб для товарних сортів). Досягається через точне регулювання глибини підрізу, швидкості руху, амортизації транспортерів і використання оптичних систем сортування.

9. Вплив ґрунтово-кліматичних умов

- Автоматичні системи діагностики вологості й щільності ґрунту дозволяють оперативно змінювати режими роботи; у вологих умовах перевага — роздільний спосіб, у сухих і рівнинних — комбінований або пряме комбайнування. На кам’янистих ґрунтах важливі захисні пристрої, зрізні елементи і системи видалення каміння.

10. Критерії вибору техніки для господарства

- Враховуються площі, врожайність, тип ґрунту, доступність сервісу й запчастин, кінцеве призначення картоплі. Сучасний вибір орієнтується на модульність, можливість агрегатування з тракторами малого/середнього класу, наявність автоматичного регулювання та цифрових інтерфейсів (ISOBUS).

11. Рекомендації з модернізації і практичні висновки

- Оснащувати копачі й комбайни датчиками (вологості, щільності, каменю) і системами автоматичного регулювання.
- Інтегрувати оптичне сортування й повітряні сепаратори для підвищення якості вороху.
- Використовувати делікатні транспортери і амортизуючі конструкції для зниження ударних пошкоджень.
- Планувати технологію з урахуванням вологості ґрунту: роздільний спосіб при вологих умовах, комбінований або пряме комбайнування при придатних умовах.
- Впроваджувати GPS-керування, телеметрію і планування логістики бункерів для мінімізації простоїв та оптимізації навантаження транспорту.

Висновок Сучасні технології збирання картоплі прагнуть поєднати високу продуктивність із дбайливим поводженням з бульбами та мінімальним впливом

на ґрунт. Комбінація механічних, повітряних і оптичних методів сепарації, електронного управління режимами та модульної конструкції машин забезпечує гнучкість технологічних рішень, необхідну для адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов і вимог ринку.

1.2Аналіз конструкцій робочих органів картоплезбиральних машин

Аналізуючи конструкції робочих органів картоплекопачів почнемо з найпростішого копача підкопуючим робочим органом якого є двох пальцевий корпус (типу корпуса окучника). При роботі корпус проходить посередині рядка, розриваючи його на дві сторони. Копачі цього типу агрегатуються з садово- городними тракторами та мотоблоками.

Картоплекопачі роторного типу (рис.1.2) складаються з лемеша коритоподібної форми, який підкопує рядок картоплі, ротора призначеного для розкидання підкопаної маси праворуч машини. Ротор складається з барабана, до якого прикріплено вісім кидальних гребінок. Кожна гребінка складається з чотирьох стальних пальців. Ротор приводиться в обертальний рух від вала відбору потужностей трактора через редуктор.

Копіювальне колесо, встановлено на копач призначене для копіювання поверхні поля та регулювання глибини підкопування.

Прикладом таких машин є картоплекопачі КТН-1А, КТН-1,6 виробництва Білорусії.

Картоплекопачі просівного типу обладнані транспортером-сепаратором. Типовий представник копачів цього типу – картоплекопач однорядний Л–651 (рис. 1.3).

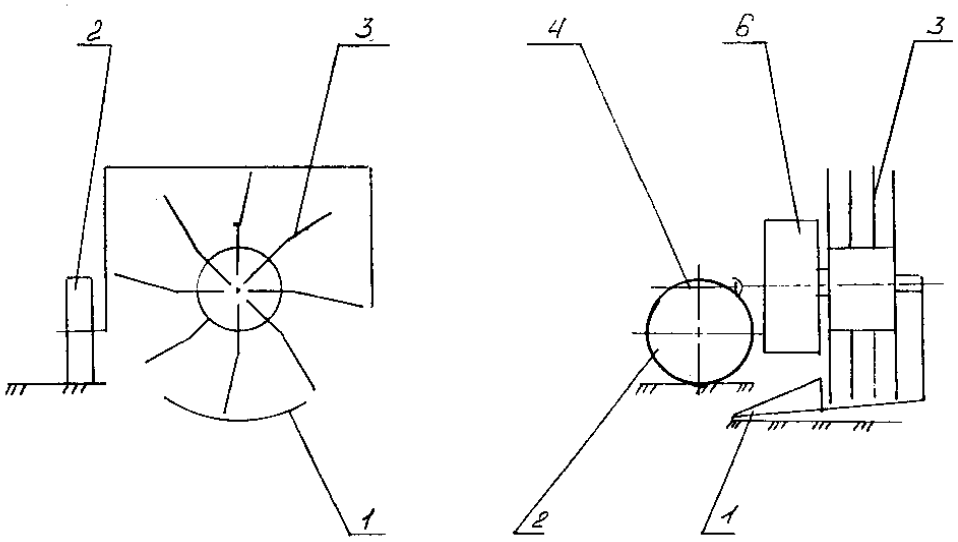


Рисунок 1.2. Конструктивна схема копача роторного типу:

1 - леміш; 2 - пристрій для регулювання глибини підкопування (опорне колесо); 3 - ротор пальчастий; 4 - механізм приводу копача; 6 - редуктор (є рамою).

Картоплекопач однорядний Л- 651 складається з лемеша, що підкопує рядок картоплі, вертикальних дисків для обрізання бадилля по краях рядка та усунення розвалу підкопаного лемешем рядка по сторонам, першого і другого сепаруючих елеваторів, де грунт відсівається від бульб, звужувальних решіток, що спрямовують бульби до центру, ложе утворювача, який вирівнює та ущільнює грунт під валок, щоб покращити умови роботи людей, які

збирають бульби вручну.

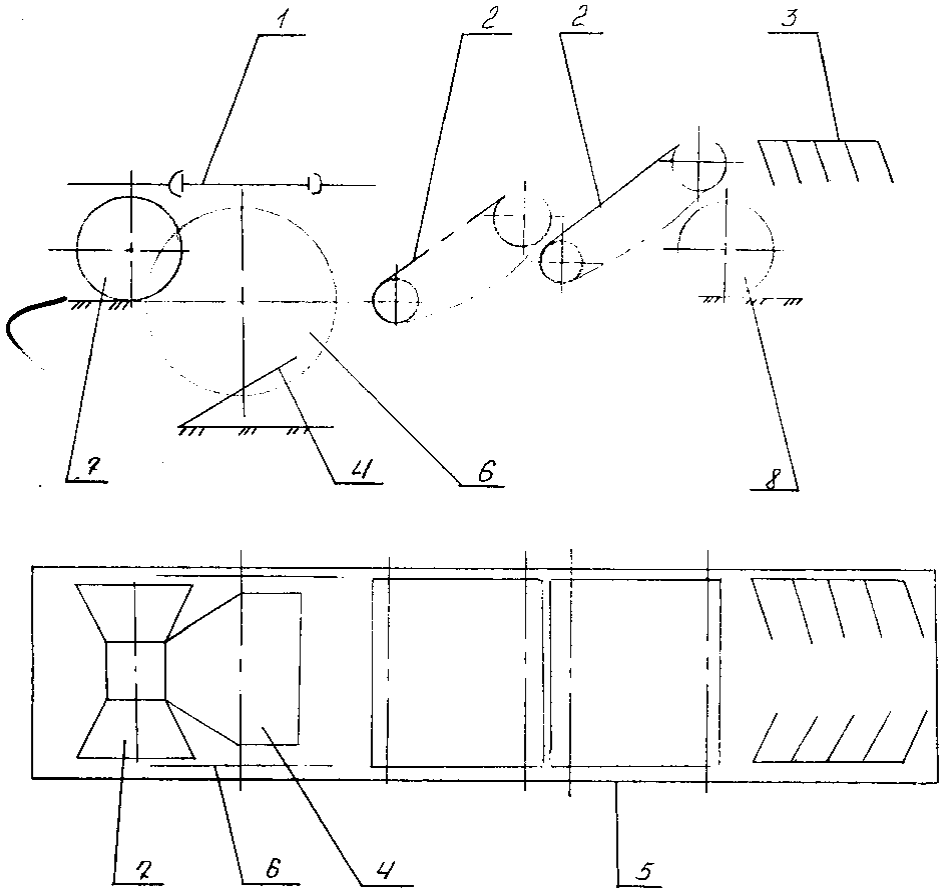


Рисунок 1.3 – Конструктивна схема копача просіваючого типу Л-651:

1 - механізм привода копача; 2 - сепаратор; 3 - щитки для утворення валка; 4 - леміш; 5 - рама; 6 - обрізувальні диски; 7 - коток копій; 8 - пристрій для вирівнювання ущільнювальної дії на поверхню поля.

Картоплекопач КСТ-1,4А (елеваторного типу) має в наявності два підкопувальні лемеші (трапецевидної форми) у передній частині загострені, а в задній до них шарнірно приєднанні клапани у вигляді пластин для запобігання заклинювання каміння між лемешами і швидкісним елеватором. Лемеші під час роботи коливається (рис.2.4).

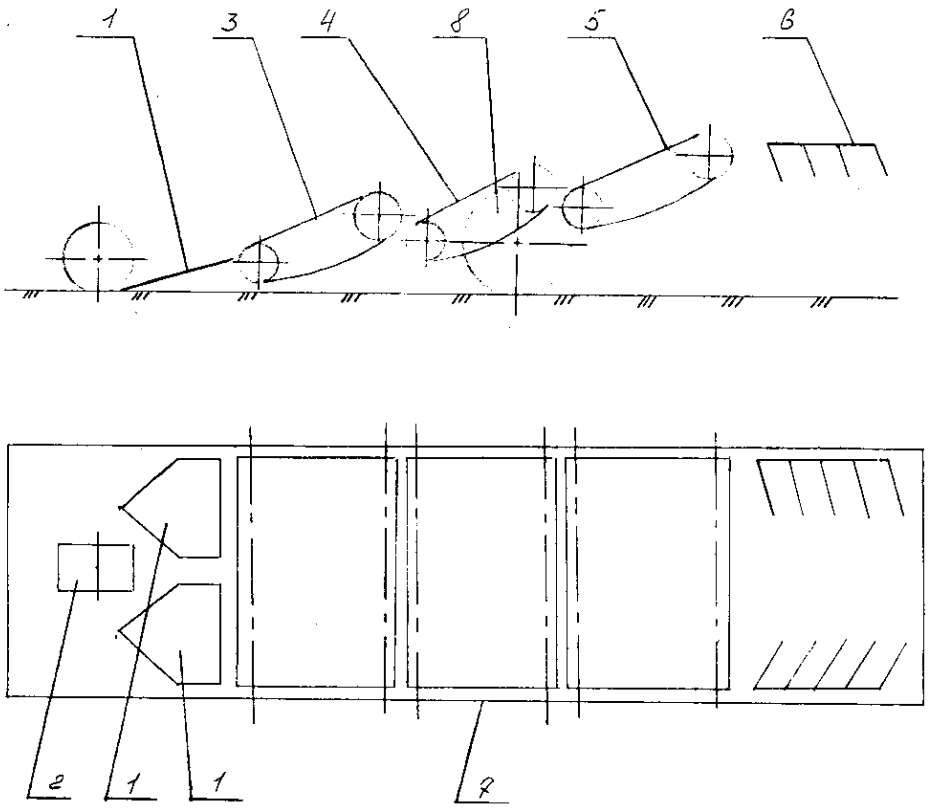


Рисунок 1.4 – Конструктивна схема копача КСГ-1,4:

1 - активні лемеші; 2 - копіювальне колесо; 3 - швидкісний елеватор; 4 - основний елеватор; 5 - каскадний елеватор; 6 - щитки для утворення валка; 7 - рама; 8 - ходове колесо

Швидкісний елеватор (пруткового типу) призначений для руйнування і сепарації підрізаного шару грунту та подачі вороха на основний елеватор для часткового видалення землі та переміщення вороха на каскадний елеватор. Основний елеватор має зірочки еліптичної форми, які приводять в рух верхню вітку елеватора і сприяють кращому просіванню грунту крізь прутки елеватора. Каскадний елеватор закінчує в основному сепарацію грунту і скидає ворох картоплі на поверхню поля. Кожен другий пруток елеватора прогумований, що зменшує пошкодження картоплі.

Звужувальні щитки зміщують масу в центральну частину і формують валок.

Глибину ходу лемешів регулюють гвинтовим механізмом копівального колеса, частоту коливання лемешів та швидкість руху елеваторів- змінними зірочками механізму привода.

Виробником цієї машини є „ Лідсельмаш” Білорусія.

Картоплекопач начіпний двохрядний КТН-2В (рис. 1.5) складається з рами, замок автосцепу, два основних і середні пасивні лемеші, основний і каскадний елеватори, для просівання грунту, грунти, що спрямовують бульби до центра рядка. Опорні колеса та механізм регулювання глибини ходу лемешів.

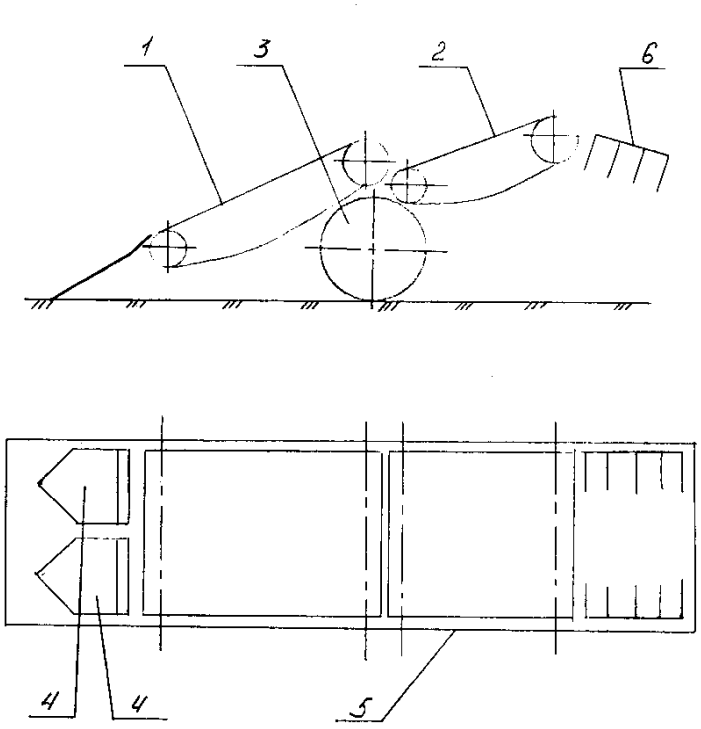


Рисунок 1.5 – Конструктивна схема копача КТН-2В:

1 - основний елеватор; 2 - каскадний елеватор; 3 - ходове колесо; 4 - пасивні лемеші; 5 - рама; 6 - щитки для формування валка

Машина забезпечує відділення бульб від грунту, бадилля і вкладання на землю для ручного підбору.

Виробник „ Лідсельмаш” Білорусія.

Аналогічна машина картоплекопач двохрядний начіпний КТН-2Б складається з рами, автосепки, двох лемешів для підрізання шару грунту,

основного і каскадного елеваторів для просівання грунту, щитки, що спрямовують бульби до центру валка. Глибину ходу лемешів регулюють гвинтовим механізмом опорних коліс.

Машина забезпечує підкопування картоплі на гребеневих і гладких посадках, відділення бульб від грунту і вкладання їх з бадиллям в валок на поле для ручного збирання [12].

Виробником являється „Укрсільгосппроект" Україна.

Порівняння технічних характеристик розглянутих машин можна спостерігати в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Технічні характеристики картоплекопачів

Показник	Марка машини				
Марка	Л–651	КТН–2Б	КТН–2В	КСТ–1.4	КТН–1.6
Тип	напів-начіпний	начіпний	начіпний	напів-начіпний	начіпний
Кількість виконуваних рядків, шт.	1	2	2	2	1
Продуктивність, га /год. основного часу,	0.2..0.45	0.3..0.45	0.25..0.47	0.27..0.91	0.2..0.35
Ширина захвату, м	0,6...0,9	1.4	1.4	1.4	0,6...0,9
Швидкість руху, км/год.:					
- робоча	2,5	2.5..3.6	1.8..3.4	1.93..6.5	6.0..6.5
- транспортна	до 9,0	до 20.0	до 16.0	до 9,0	до 20
Глибина підкопування (ходу лемеша), см	до 22	до 22	до 22	до 25	до 25
Дорожній просвіт, мм	300	300	300	300	300
Ширина міжрядь, см	60; 70; 90	60; 70	60; 70	60; 70; 90	60; 70; 90
Повнота викопування бульб, %	97	97	97	96..97	97
Кількість рядків картоплі з яких може бути створений валок, шт.	1	2	2	2	-
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:					
- довжина	3800	6810*	3220	5000	1295/720
- ширина	1100	1970*	1725	1690	1100
- висота	1850	2485*	1250	1200	900
Конструкційна маса з комплектом робочих органів і приладів для виконання основної технологічної операції, кг		660	810	1090	180

* Габаритні розміри з агрегатованим трактором

Розглянувши конструкції вибраних машин бачимо, що найбільш оптимальною машиною для наших умов є картоплекопач роторного типу.

Машина в порівнянні з простим копачем хоч і має складнішу конструкцію і більші габаритні розміри, значно зменшує витрати праці.

Порівнюючи картоплекопач з копачами просіваю чого типу маємо недолік, пов’язаний з вищими затратами праці близько на 20...25%. Але переважає те, що машина начіпна, має меншу масу, менші габаритні розміри, що дуже важливо при збиранні картоплі на ділянках неправильної форми. Звертаємо увагу також на коритоподібну форму лемеша. По даним центральної машино-випробувальної станції, коритоподібні лемеші в порівнянні з плоскими подають в машину менше грунту при гребневій посадці на 25-30% при гладкій на 50-60%.

Отже остаточно приймемо до удосконалення машину роторного типу КТН-1,6.

2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ

2.1. Обґрунтування технологічного процесу та визначення його основних параметрів

- Мета та завдання розробки копача; предмет і обсяг обґрунтувань.
- Критерії ефективності: продуктивність, втрати, якість бульб, енергоефективність, адаптивність до умов.

2. Аналіз вихідних даних і передумов

- Агрономічні характеристики культури: глибина залягання бульб, розмірна структура, чутливість шкірки.
- Ґрунтово-кліматичні умови: тип ґрунту, механічний склад, вологість, кам'янистість, рельєф.
- Організаційно-логістичні умови: площі, форма полів, відстані до сховищ, наявний тракторний парк.

3. Функціональні вимоги до машини

- Основні функції: підрізування, підйом/виведення бульб, первинна сепарація, укладання/подача на підбір або в бункер.
- Обмеження: допустимі механічні пошкодження, допуски на забрудненість, габарити для транспортування, сумісність з тракторами (клас, PTO, ISOBUS).

4. Опис технологічного процесу роботи копача

- Послідовність операцій: підріз, підйом, відокремлення ґрунту, видалення бадилля, утворення/виведення валка або передача на транспортер.
- Варіанти режимів: пряме копачування, валкоукладання, робота в комбінації з комбайном.

5. Визначення основних параметрів технологічного процесу

- Глибина підрізу (h): методи визначення (агрономічні дані + пробні підкопи); рекомендовані діапазони для різних сортів/ґрунтів.

- Ширина робочої смуги/кількість рядків (B, n): залежність від ширини міжряддя та продуктивності.
- Робоча швидкість (v): оптимальні діапазони (м/с або км/год) для мінімізації пропусків і ушкоджень; методи вибору.
- Частота/швидкість робочих органів (ω): ротори/вібратори — вплив на сепарацію і травматичність.
- Інтенсивність сепарації (S): параметри грохотів, прутків, повітряних потоків; величини амплітуди/частоти вібрації.
- Транспортувальні характеристики: ширина та швидкість стрічок, кути підйому, висота скидання (для low-drop конвеєрів).
- Потужність і привід (P): розрахунок потужності на подолання опорів, підрізу, сепарації і транспортування; резерв потужності для очікуваних навантажень.
- Коефіцієнт втрат і травматизації (L): методика оцінки і цільові значення.
- Енергетичні показники: питомі витрати палива/енергії на 1 т або 1 га.

6. Технічні рішення та конструктивні параметри

- Тип робочих органів: лемішні, роторні, пруткові елеватори — аргументація вибору для заданих умов.
- Система амортизації і пом'якшення падіння бульб.
- Системи видалення каменю і бадилля (роздільні пристрої, датчики каміння).
- Модульність та регулювання (глибина, кут, швидкість) — вимоги до механізмів регулювання.

2.2. Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів удосконаленого лемеша

Призначення лемеша картоплезбиральної машини – підкопати шар грунту де містяться бульби, частково чи повністю зруйнувати його і передати на робочі органи. Конструкція лемеша повинна забезпечити мінімальний захват грунту при

відсутності не підкопаних чи пошкоджених бульб.

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 грунту, з пасивним впливом лемеша на шар. Основою підкопую чого органа є двохгранний клин, що створює лобове підрізання.

Форма леза підкопую чого органу повинна відповідати формі перерізу куща бульб [6].

Як відомо, характер деформацій грунту під дією клина залежить від величини кута α (рис. 2.1), що називається кутом різання. Щоб отримати мінімальну силу, що витрачається на підрізання шару, кут α повинен бути мінімальним. Підняти шар на потрібну висоту Н 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).

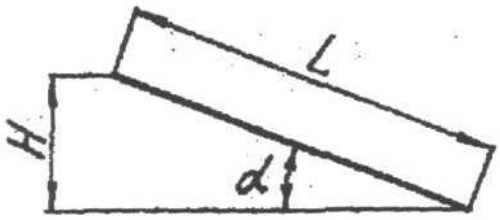


Рисунок 2.1 – Схема для визначення оптимальної форми лемеша

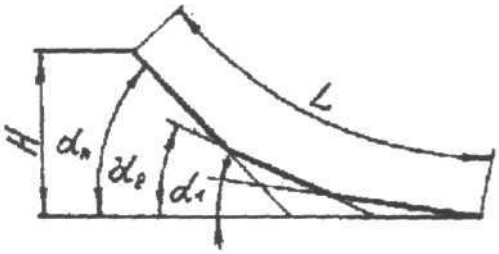


Рисунок 2. –. Схема для визначення оптимальної форми лемеша

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

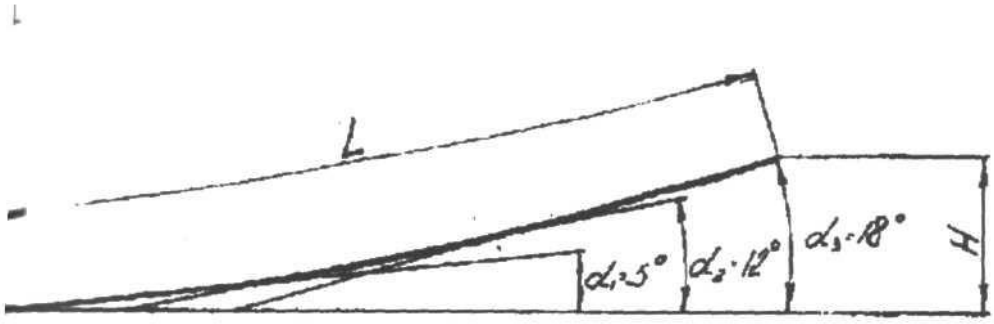


Рисунок 2.3 – Пропонована форма повздовжнього перерізу

Довжину лемеша L та висоту розташування заднього обріза лемеша H, орієнтуючись на попередню конструкцію та з конструктивних міркувань, приймемо L=280мм, H=55мм.

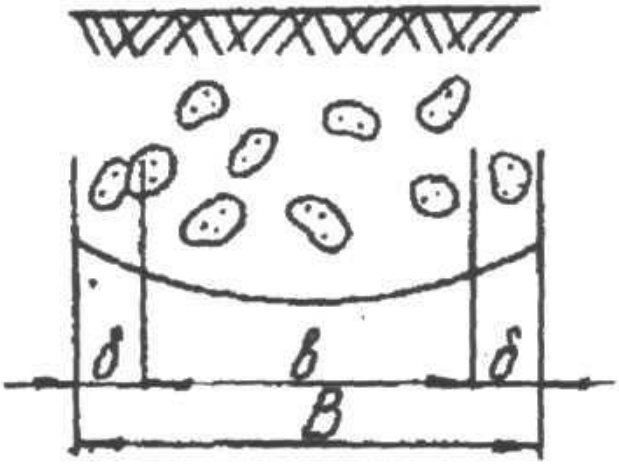


Рисунок 2.4 – Схема для розрахунку ширини лемеша

Ширина коритоподібного лемеша (рис. 3.4) визначається за формулою 2.1.

$$B = b + 2\delta \tag{2.1}$$

де b- ширина залягання бульб в кущі. За даними Е.А. Глухих [4]

максимальна ширина куща коливається від 23 до 32 см.

δ - зміщення вісі рядка відносно вісі лемеша, яке може виникати через непрямолінійність рядка та неточності руху машини. Приймемо це значення рівним 11 см.

Отже,

$$B = 320 + 2 \cdot 110 = 540 \text{ мм.}$$

Переміщенню шару грунту по лемешу дуже заважає рослинність коріння.

Для попередження цього кут сходу γ (рис. 2.5) повинен бути:

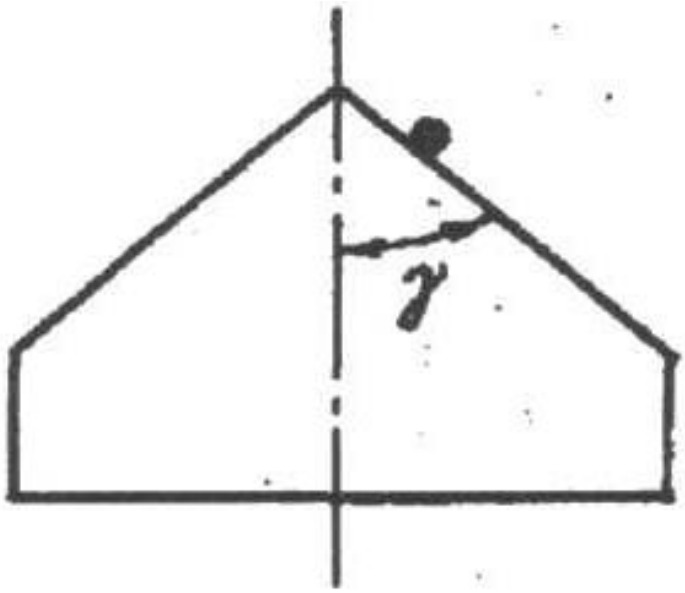


Рисунок 2.5 – Схема для розрахунку кута сходу лемеша

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

де φ - кут тертя рослинних стеблин чи кореневищ по лезу. На основі дослідних даних кут тертя коріння по лезу φ=45° [1].

Отже,

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

Для пасивних лемешів сучасних картоплезбиральних машин $\gamma = 40 - 50^0$.

2.3. Розрахунок основних параметрів ротора картоплекопача

2.3.1. Визначення довжин прогумовування пальців ротора та властивостей застосованого матеріалу

Призначення пальців ротора – розбивати шар грунту, де містяться бульби, виносити їх і розкидати по поверхні поля. При контакті пальців з поверхнею бульб відбувається пошкодження останніх, оскільки пальці виготовлені із сталі.

Для усунення недоліків потрібно застосовувати, при їх виготовленні, матеріали які не будуть спричиняти пошкодження бульб, або будуть значно менше. Таким матеріалом може бути резино-тканина ГОСТ 7338-77. Матеріал являє собою резину з прошарком тканини, для підвищення міцності.

Звичайно прогумовувати палець, по всій його довжині не потрібно, а тільки ту його частину, яка контактує з бульбами (яка рухається в шарі ґрунту). Тобто довжина прогумовування повинна бути близько 25 см.

2.3.2. Обґрунтування та визначення частоти обертання ротора

Частота обертання ротора впливає на якість прочісування шару грунту де містяться бульби та на ступінь пошкодження самих бульб. Вона повинна забезпечувати повне видалення їх з шару грунту, не допускати їх втрат через невисоку частоту обертання. Можливість пошкоджень та надмірного розкидання бульб. Виходячи з вищенаведеного частота повинна бути оптимальною і задовольняти обидві умови.

З агротехнічних вимог нам відомо, що робоча швидкість машини, а значить і швидкість руху шару грунту який поступає до пальців ротора, повинна бути 6 - 6,5 км/год. Для розрахунку приймемо більшу швидкість тобто 6,5 км/год (1800 м/с). При такій швидкості переміщення, шар грунту пройде ділянку А (рис.2.6), що рівна 186 мм близько 0,10 секунди.

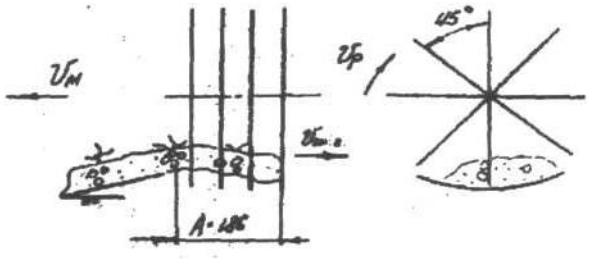


Рисунок 2.6 – Схема для розрахунку частоти обертання ротора

Щоб винести бульби з шару ґрунту і не допускати втрат, гребінки повинні входити в нього, що найменше кожного 0,10 сек.

Оскільки конструкція ротора містить вісім гребінок, що розташовані одна від одної через кожні 45°, то необхідна колова швидкість ротора буде рівна:

$$\omega = \frac{45^0}{0,10} = 7,853 \text{ рад/сек..}$$

Щоб визначити частоту обертання ротора використовуємо формулу:

$$n_н = \frac{\omega_н \cdot 30}{\pi} = \frac{7,853 \cdot 30}{\pi} = 75,0 \qquad (2.3)$$

Для забезпечення бездоганності протікання процесу збільшимо частоту обертання ротора в 1,2 рази.

Тобто

$$n = n_н \cdot 1,2 = 75 \cdot 1,2 = 90 \text{ об/хв.}$$

Отже, частота обертання ротора повинна бути 90 об/хв.

2.3.3. Визначення втрат потужності на роботу ротора картоплекопача

Потужність ротора визначається на деформацію ґрунту пальцем та відкидання ними бульб і ґрунту, що потрапляє:

$$N = N_д + N_в \qquad (2.4)$$

де $N_д$ і $N_в$ - відповідно втрати потужності на деформацію і відкидання.

Потужність на деформацію визначається [8]

$$N_{\partial} = 10^{-4} \cdot k \cdot c \cdot h \cdot z \cdot n \cdot \alpha / 6 \text{ кВт} \quad (2.5)$$

де k - питомий опір деформації ґрунту;

$k = 2 \cdot 10^{-2}$ мПа – легкі групи;

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

$k = 7{,}84 \cdot 10^{-2}$ мПа – важкі групи;

c - площа перерізу ґрунту, що розбивається одним пальцем c=55 см^2;

h - висота шару ґрунту, що розбивається пальцем, приймаємо рівною максимальній глибині підкопування, h=25 см;

Z - загальна кількість пальців, Z=32;

n - частота обертання пальців ротора;

α - коефіцієнт, що враховує стан ґрунту, що піддається дії пальців. Оскільки грунт підрізаний і частково покришений на леміші, α=0,7.

Отже маємо для легких ґрунтів:

$$N_{\partial} = 10^{-4} \cdot 2{,}04 \cdot 10^{-2} \cdot 55 \cdot 32 \cdot 90 \cdot 0{,}7 / 6 = 0{,}942 \text{ кВт.}$$

Для середніх :

$$N_{\partial} = 10^{-4} \cdot 4{,}9 \cdot 10^{-2} \cdot 55 \cdot 32 \cdot 90 \cdot 0{,}7 / 6 = 2{,}26 \text{ кВт.}$$

Для важких:

$$N_{\partial} = 10^{-4} \cdot 7{,}84 \cdot 10^{-2} \cdot 55 \cdot 32 \cdot 90 \cdot 0{,}7 / 6 = 3{,}62 \text{ кВт.}$$

Потужність на відкидання бульб та грунту [8].

$$N_{в} = 5 \cdot 10^{-4} \cdot \delta \cdot Q_{n} \cdot V_{p}^{2}, \text{ кВт} \quad (2.6)$$

де δ - коефіцієнт відкидання, що залежить від форми робочого органу,

δ=0,5;

Q_{n} - маса бульб та ґрунту, що відкидається за одну секунду,

Q_{n}=45,02 – легкі ґрунти;

Q_{n}=54,82 – середні ґрунти;

Q_{n}=61,82 – важкі ґрунти;

V_p - колова швидкість ротора, V_p =4,23 м/с.

Отже маємо для легких ґрунтів:

$N_в = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 45,02 \cdot 4,23^2 = 0,201$ кВт.

Для середніх:

$$N_в = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 54,82 \cdot 4,23^2 = 0,245 \text{ кВт.}$$

Для важких:

$$N_в = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 61,82 \cdot 4,23^2 = 0,274 \text{ кВт.}$$

Отже повна потужність, що затрачається ротором для легких ґрунтів:

$$N = 0,942 + 0,201 = 1,143 \text{ кВт.}$$

Для середніх:

$$N = 2,26 + 0,245 = 2,505 \text{ кВт.}$$

Для важких:

$$N = 3,62 + 0,274 = 3,896 \text{ кВт}$$

Для подальших розрахунків приймаємо максимальну потужність 3,89кВт.

Потужність ВВП визначимо за формулою:

$$N_{ввп} = \frac{N}{\eta_л^2 \cdot \eta_м}, \text{ кВт} \qquad (2.7)$$

де $\eta_л$ - коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі, $\eta_л$ =0,96;

$\eta_м$ - коефіцієнт корисної дії запобіжної муфти, $\eta_м$ =0,98.

$$N_{ввп} = \frac{3,89}{0,96^2 \cdot 0,98} = 4,30 \text{ кВт.}$$

Максимально необхідна потужність на ВВП трактора – 4,30 кВт.

2.4. Енергетичний розрахунок копача

При розробці схеми і проектуванні картоплезбиральної машини необхідно знати і виховувати енергетичні затрати окремих робочих органів і машини в цілому.

Розрахунок проведемо як для нової конструкції так і для попередньої, щоб потім порівняти їх.

Потужність, що затрачається картоплезбиральною машиною необхідна для перекочування N_n, подолання опору ґрунту на підрізання лемешем N_p і приведення в рух робочого органа (ротора), що виконує технологічний процес, $N_{вом}$ [13].

$$N = N_n + N_p + N_{вом} \tag{2.8}$$

де перший і другий компоненти являють потужність на гаку і визначається за формулою:

$$N_{гак} = \frac{\left(P_n + P_p\right)}{750} \cdot V_м \quad \text{к.с.} \tag{2.9}$$

де P_n - зусилля на перекочування машини

P_p - зусилля на підрізання шару і подачу його до ротора.

Третій компонент являє собою потужність, що необхідна для роботи ротора, від ВВП трактора.

Зусилля на перекочування машини може бути орієнтовано за формулою:

$$P_n = f \cdot G, \text{ Н} \tag{2.10}$$

де f - коефіцієнт перекочування, f = 0,15…0,20

G - вага машини, Н.

Удосконалена конструкція $P_n = 0,20 \cdot 1700 = 340$, Н

Стара конструкція $P_n = 0,20 \cdot 1950 = 390$, Н

В картоплекопачі, як відомо, підкопуючий робочий орган

використовується пасивний. При використані пасивних елементів, зусилля на підрізання і подачу жару ґрунту до наступних робочих органів, може бути визначена за формулою:

$$N_p = k \cdot S + mg \cdot tg(\alpha + \varphi) + (\rho S + mb) V_м^2, \text{ Н} \qquad (2.11)$$

де k - питомий опір ґрунту, приймаємо рівним:

для легких ґрунтів $(1{,}962 \div 2{,}04) \cdot 10^4$ Па

для середніх ґрунтів $(3{,}920 \div 4{,}90) \cdot 10^4$ Па

для важких ґрунтів $(5{,}88 \div 7{,}84) \cdot 10^4$ Па [11]

S - площа перерізу підкопуючого шару

$$S = a \cdot b \qquad (2.12)$$

$$S = a \cdot b \qquad (2.14)$$

$$S = a \cdot b \qquad (2.15)$$

де a - глибина підкопування; b - ширина шару, що захвачується лемешем;

m - маса ґрунту і картоплі, що знаходиться на лемеші

$$m = (\rho_\rho + m_в) L_л \qquad (2.16$$

$m_в$ - масова характеристика валка

$L_л$ - розрахункова довжина лемеша, м.

ρ - густина ґрунту кг/м^3, в залежності від вологості і типу ґрунту:

$$\rho = 1200 \div 1700 \text{ кг/м}^3$$

$V_м$ - робоча швидкість машини, $V_м$=1,7 м/с

α - кут тертя ґрунту по сталі, $\alpha = 26^\circ 30'$

Розрахунок зусилля на лемеша при роботі удосконаленого копача на різних типах ґрунту зведемо в табл. 3.1, а застарілого копача в табл.. 3.2.

де a - глибина підкопування ;

b - ширина шару, що захвачується лемешем;

m - маса ґрунту і картоплі, що знаходиться на лемеші.

$$m = \left(\rho_\rho + m_в\right) L_л \quad (3.58)$$

$m_в$ - масова характеристика валка

$L_л$ - розрахункова довжина лемеша, м.

ρ - густина ґрунту кг/м^3, в залежності від вологості і типу ґрунту:

$\rho = 1200 \div 1700$ кг/м^3

$V_м$ - робоча швидкість машини, $V_м$=1,7 м/с

α - кут тертя ґрунту по сталі, $\alpha = 26^\circ 30'$

Розрахунок зусилля на лемеша при роботі удосконаленого копача на різних типах ґрунту зведемо в табл. 3.1, а застарілого копача в табл. 3.2.

де a - глибина підкопування

b - ширина шару, що захвачується лемешем

m - маса ґрунту і картоплі, що знаходиться на лемеші

$$m = \left(\rho_\rho + m_в\right) L_л \quad (2.17)$$

$m_в$ - масова характеристика валка

$L_л$ - розрахункова довжина лемеша, м.

ρ - густина ґрунту кг/м^3, в залежності від вологості і типу ґрунту:

$\rho = 1200 \div 1700$ кг/м^3,

$V_м$ - робоча швидкість машини, $V_м$=1,7 м/с,

α - кут тертя ґрунту по сталі, $\alpha = 26^\circ 30'$.

Розрахунок зусилля на лемеша при роботі удосконаленого копача на різних типах ґрунту зведемо в табл. 2.1, а застарілого копача в табл.. 3.2.

Таблиця 2.1

Результати розрахунку зусилля на леміш при роботі удосконаленого копача на різних типах ґрунту

Тип ґрунту	K Па	ρ кг/м^2	S м^2	$m_в$ кг/м	$L_л$ м	m кг	α град	φ град	$V_м$ м/с	$N_р$ Н
легкий	$2{,}04 \cdot 10^4$	1200	0,135	85,4	0,28	69,27	5	26°30′	1,7	3776,87
середній	$4{,}9 \cdot 10^4$	1500	0,135	92,5	0,28	82,6	5	26°30′	1,7	7953,93
важкий	$7{,}84 \cdot 10^4$	1700	0,135	97,2	0,28	91,47	5	26°30′	1,7	12066,77

Таблиця 2.2

Результати розрахунку зусилля на леміш при роботі старого копача на різних типах ґрунту

Тип ґрунту	K Па	ρ кг/м^2	S м^2	$m_в$ кг/м	$L_л$ м	m кг	α град	φ град	$V_м$ м/с	$N_р$ Н
легкий	$2{,}04 \cdot 10^4$	1200	0,147	85,4	0,28	73,30	16	26°30′	1,7	4402,19
середній	$4{,}9 \cdot 10^4$	1500	0,147	92,5	0,28	87,64	16	26°30′	1,7	8880,9
важкий	$7{,}84 \cdot 10^4$	1700	0,147	97,2	0,28	97,18	16	26°30′	1,7	13385,43

Отже, необхідна потужність на гаку трактора при агрегатуванні удосконаленої машини:

на легких ґрунтах

$$N_{гак} = \frac{(340 + 3876,87)}{750} \cdot 1,7 = 9,55 \text{ к.с.}$$

на середніх ґрунтах

$$N_{гак} = \frac{(340 + 7953,93)}{750} \cdot 1,7 = 18,79 \text{ к.с.}$$

на важких ґрунтах

$$N_{гак} = \frac{(340 + 12066,77)}{750} \cdot 1,7 = 28,12 \text{ к.с.}$$

При агрегатуванні серійної машини:

на легких ґрунтах

$$N_{гак} = \frac{(340 + 4402,19)}{750} \cdot 1,7 = 10,84 \text{ к.с.}$$

на середніх ґрунтах

$$N_{гак} = \frac{(340 + 8880,90)}{750} \cdot 1,7 = 20,91 \text{ к.с.}$$

на важких ґрунтах

$$N_{гак} = \frac{(340 + 13385,43)}{750} \cdot 1,7 = 31,11 \text{ к.с.}$$

Потужність, що потрібна для приведення ротора і яка повинна бути на ВВП трактора, приймемо однаковою, як для удосконаленої машини, так і для старої, оскільки конструкція робочих органів роторів відрізняється не суттєво.

Величину потужностей візьмемо з попередніх розрахунків П.3.3.3.

Потужність, що необхідна для роботи окремих органів і машини в цілому зведемо до табл. 2.3.

З розрахунків бачимо, що на занадто важких ґрунтах, за нестачею потужності, машина агрегатуватись з трактором Т-25 не може.

Порівнюючи витрати потужності старої машини та удосконаленої, бачимо, що нова конструкція є оптимальнішою, оскільки витрати потужності в порівнянні з попередньою машиною на 10%, а це підтверджує доцільність удосконалення.

Потужність, що використовується окремими робочими органами копача до і після удосконалення на різних типах ґрунтів зведемо в табл. 2.3.

Таблиця 2. 3

Потужність, що використовується окремими робочими органами машини до і після удосконалення

Витрати потужності	Потужність к.с./кВт					
	Серійна конструкція			Удосконалена конструкція		
	Тип ґрунту			Тип ґрунту		
	легкий	середній	важкий	легкий	середній	важкий
На перекочування	0,88 / 0,66	0,88 / 0,66	0,88 / 0,66	0,77 / 0,56	0,77 / 0,56	0,77 / 0,56
На підрізання	9,97 / 7,33	20,13 / 14,80	30,34 / 22,30	8,78 / 6,46	18,02 / 13,25	27,35 / 20,11
На гаку	10,84 / 7,97	20,91 / 15,37	31,11 / 22,87	9,55 / 7,02	18,79 / 13,81	28,12 / 20,67
На розбивання шару	1,27 / 0,94	3,07 / 2,26	4,92 / 3,62	1,27 / 0,94	3,07 / 2,26	4,92 / 3,62
На відкидання бульб	0,27 / 0,20	0,32 / 0,24	0,36 / 0,27	0,27 / 0,20	0,32 / 0,24	0,36 / 0,27
На ВВП	1,71 / 1,26	3,75 / 2,76	5,84 / 4,30	1,71 / 1,26	3,75 / 2,76	5,84 / 4,30
Загальна потужність	12,55 / 9,23	24,65 / 18,13	36,95 / 27,17	11,26 / 8,28	22,53 / 16,57	33,95 / 24,97

Розділ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вимоги охорони праці перед початком роботи

Необхідно дотримуватись особливої уваги при переводі машини із робочого положення в транспортне і навпаки, а також при зцепці з трактором.

Перед пуском машини тракторист повинен попереджувати про це обслуговуючий персонал [2].

Вимоги охорони праці в процесі виконання роботи

Під час руху агрегату не дозволяється забігати вперед трактора.

Неможна знаходитись поблизу карданного вала та ротора, що обертаються.

Забороняється працювати без захисного кожуха на роторі та огороджень карданної і ланцюгової передач.

Забороняється проводити очистку і змащування під час роботи, а також при прокручуванні механізмів в холосту. Очищати робочі органи потрібно при повній зупинці машини і при непрацюючому двигуні трактора. Аналогічно необхідно поступати і при технічних обслуговуваннях і польових ремонтах [2].

Вимоги охорони праці після закінчення роботи

Забороняється залишати працюючий трактор з піднятими і незакріпленими в зажимах гідрошарнірами. При переїздах і під час щомісячних перерв необхідно фіксувати шарнірними болтами.

При транспортуванні обов’язково переводити машину в транспортне положення. Категорично забороняється перевозити людей на частинах машини[2].

Міри і засоби захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу при експлуатації копача

При проведенні регламентарних робіт в відповідності з вимогами експлуатаційної документації не допускати попадання консервуючи мастил і технічних рідин, що використовуються при роз консервації, в навколишнє середовище.

Суворо дотримуватись мірроприємств, що зазначені в нормативно-технічній документації по попереджені засмічення навколишнього середовища.

Виробничі небезпеки, можливі при удосконалені машини і методи їх усунення

Виробнича небезпека – стан виробництва (умови праці, стан обладнання, робочого місця, тощо), при якому існує можливість (ймовірність) дії небезпечного виробничого фактора з пошкодженням здоров’я (або загибелі) людини.

Оскільки удосконалення картоплекопача пов’язане з рядом слюсарних робіт, токарних, свердлильних, зварювальних та інших, то небезпеки в першу чергу будуть виникати на робочих місцях при проведенні операцій.

Для запобігання травматизму й аваріям велике значення має правильна оцінка безпеки копача при удосконаленні. Оцінку безпеки машини необхідно виконати при її випробуваннях, приймальному і вхідному контролі на базах матеріально-технічного забезпечення.

Розділ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Визначимо капітальні вкладення:

$$K = G_m \cdot B_m \quad (4.1)$$

де G_m - вага металу, що потрібна на виготовлення деталі;

G_m=51,60 кг

B_m - вартість металу.

$$K = 51,60 \cdot 2,50 = 129,0 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні затрати на створення однієї машини:

$$\varepsilon = З_п + B_e + H_{с.в.} \cdot B_A$$

де $З_п$ - заробітна плата;

B_e - вартість затраченої електроенергії

$H_{с.в.}$ - нарахування на соціальні витрати - 37% від $З_п$.

B_A - витрати на амортизацію - 15% від K.

Отже, маємо:

$$\varepsilon = 6,67 + 1,64 + 2,06 + 19,35 = 29,72 \text{ тис. грн..}$$

Витрати палива при агрегатуванні машини за одну годину на середніх ґрунтах

$$G_{пр} = \frac{g_e}{1000} \cdot N_e \cdot \eta_e \quad (4.3)$$

де g_e - питома витрата палива на одиницю потужності;

N_e - потужність двигуна трактора; N_e=20 кВт

η_e - коефіцієнт використання потужності двигуна;

η_e =0,906 – стара машина;

η_e =0,828 – удосконалена машина.

Отже, при агрегатуванні старої машини:

$$G_{пр} = \frac{250}{1000} \cdot 20 \cdot 0,906 = 4,53 \text{ кг}$$

Удосконаленої машини:

$$G_{пр} = \frac{250}{1000} \cdot 20 \cdot 0,828 = 4,14 \text{ кг}$$

Визначимо приведені затрати:

$$П_з = С + Е \cdot К \quad (4.4)$$

де С - собівартість (експлуатаційні затрати);

Е =0,15

К - капітальні вкладення.

$$П_з = 29б72 + 0,15 \cdot 129,0 = 49,07 \text{ тис. грн..}$$

Строк окупності капітальних вкладень:

$$Т = \frac{К}{(С_с - С_н)} \text{‹ 2 роки} \quad (4.5)$$

де К - капітальні вкладення;

$С_с, С_н$ - відповідно собівартість при виготовленні старої та нової машини

$С_с = 50,09$ грн.

$С_н = 29,72$ грн.

$$T = \frac{129,0}{(50,09-29,72)} = 1,3 \text{ років}$$

Зробимо порівняння визначених величин удосконаленої машини з старою машиною в вигляді табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Величини	Стара машина	Удосконалена
Капітальні вкладення, тис. грн.	191,5	129,0
Експлуатаційні витрати, тис. грн.	50,09	29,72
Годинна витрат палива, кг	4,53	4,14
Приведенні затрати, тис. грн..	80,69	49,07

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розглянуто вітчизняні та зарубіжні технології та машини для збирання картоплі на ділянках 0,05 – 2 га, здійснено удосконалення копача роторного типу КТН – 1,6, що полягають в удосконалені лемеша, приводу ротора та пальців ротора. Впровадження змін дасть можливість зменшити конструктивну масу машини близько на 14% , що приведе до зменшення енергетичних затрат при її агрегатуванні близько 10% та зменшити кількість пошкоджених бульб.

Аналізуючи економічне обґрунтування дипломного проекту слід відмітити звичайно зниження металоємності та енергоємності, що веде до зменшення витрат дизельного пального при агрегатуванні машини близько на 9%.

Удосконалення копача дасть можливість зменшити, як експлуатаційні затрати так і вартість машини в цілому, що дуже важливо для фермерів та селян, особливо в наш час.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Ссільськогосподарські машини. – К., Урожай 1994.
2. Звіт про науково-дослідну роботу по розробці впровадження технологій і комплексу машин для виробництва картоплі на при садибах та фермерських ділянках (заключний) ЛГТ. Глеваха 1996.
3. Лахман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І., Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. К., Урожай 1993.
4. Методичні вказівки до розрахунку ланцюгової передачі.
5. Методичні вказівки до вибору підшипників кочення.
6. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в землеробстві. – К.: Урожай, 1996. - 384 с.
7. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.
8. Типові норми виробітку і витрати палива на механізовані польові роботи. / Держагропром УРСР. – К.: Урожай, 1991. – 472 с.
9. Довідник сільського інженера. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. – К.: Урожай, 1991.
10. Довідник з експлуатації машино-тракторного парку / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін. – К.: Урожай, 1987. – 368 с.
11. Методичні вказівки по машиновикористанні в землеробстві. – Вінниця, 1999.
12. Типові норми виробітку, витрати палива на механізовані польові роботи в сільському господарстві. – К.: Урожай, 1987. – 416 с.