

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

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ
ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ І КОНСТРУКЦІЇ
КАРТОПЛЕКОПАЧА**

Виконав: студент _____ Теслюк Сергій Іванович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

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

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту _____

керівник проєкту _____

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ _____ ” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту _____

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

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

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Теслюк С.І. Удосконалення механізації збирання картоплі і конструкції картоплекопача/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 95 с.

В роботі проведено аналіз агротехнічних вимог до сівби буряків і характеристики ґрунту і картоплі. Проведено аналіз способів збирання картоплі і конструкцій робочих органів для викопування бульб і розроблена конструкція і проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи картоплекопача. Розроблені креслення основних вузлів і деталей удосконаленої машини.

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 20260 грн., а затрати на виготовлення окупляться протягом 1 року експлуатації.

Ключові слова: ґрунт, картопля, бульби, механізація, картоплекопач, параметри, режим роботи, продуктивність, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО КАРТОПЛІЗБИРАЛЬНИХ МАШИН.	9
2 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ І КАРТОПЛІ.	12
2.1 Вплив властивостей ґрунту на роботу картоплезбиральних машин. . .	12
2.2 Біологічні та механіко-технологічні властивості картоплі.	15
3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ.	19
4 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КАРТОПЛЕКОПАЧА.	38
5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА.	43
5.1 Розрахунок геометричних параметрів котків грудкороздавлювачів. . .	43
5.2 Розрахунок підкопуючого леміша.	45
5.3 Розрахунок відкидних пальців.	47
5.4 Розрахунок сепаруючого елеватора.	48
5.5 Розрахунок еліптичного активізатора.	50
5.6 Розрахунок деталей картоплекопача на міцність.	51
5.6.1 Розрахунок болтів муфти.	51
5.6.2 Розрахунок гвинтової циліндричної пружини.	52
5.6.3 Розрахунок вала і перевірка підшипників.	56
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	60
6.1 Аналіз можливих небезпек і шкідливих умов при вирощуванні картоплі	60
6.2 Розрахунок коефіцієнта безпеки вдосконаленого картоплекопача. . . .	61
6.3 Техніка безпеки при роботі на вдосконаленому картоплезбиральному агрегаті.	63
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ.	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	76
Д О Д А Т К И.	79

ВСТУП

Загальна площа в світі під картоплею у 2022 році становила 17,8 млн га, що трохи менше, ніж у попередньому році. Серед найбільших виробників – Китай, Індія, Україна та США. При цьому було вироблено приблизно 375 млн тонн картоплі. Китай виростив 95,6 млн тонн, Індія – 56,1 млн тонн, Україна – 20,9 млн тонн, росія – 18,9 млн тонн, США – 17,8 млн тонн. Німеччина виростила 10,6 млн. тонн, Бангладеш – 10,1 млн тонн, Франція – 8 млн тонн, Нідерланди – 6,9 млн тонн, Велика Британія – 4,8 млн тонн, Бельгія – 3,6 млн тонн, Єгипет – 6,1 млн тонн [1]. За останні 5 років виробництво картоплі в Україні суттєво не змінилося і коливається в межах 20-22 млн тонн. Хоча до 90% картоплі в Україні вирощують в приватних господарствах для власного споживання і вона не попадає в будь-яку статистику [2].

В перший рік широкомасштабного вторгнення росії об'єми вирощування картоплі різко впали. Адже під окупацію і обстріли потрапили «картопляні» райони півночі і північного сходу України – Житомирська, Київська, Сумська, Чернігівська і Харківська області. Це вплинуло до різкого підвищення цін на картоплю – з 6 грн/кг до 25-27 грн/кг взимку 2024 року [3].

Сьогодні багато фермерів переглядають структуру посівів, роблячи акцент на картоплі. Особливо це стосується західних областей - Рівненська область, Львівщина і Волинь. Дещо збільшується площа під картоплею і на Дніпропетровщині. Збільшення посівів під картоплею очікується і в домогосподарствах. Проте у північних областях картопляна посівна затримається – спочатку треба розмінувати поля [4].

Картопля - це другий хліб, одна з найважливіших продовольчих культур. Вирощують її також як кормову культуру і для технічної переробки. Із картоплі отримують крохмаль, спирт, патоку, глюкозу. За загальними енергетичними запасами картопля займає п'яте місце після пшениці,

кукурудзи, рису, ячменю.

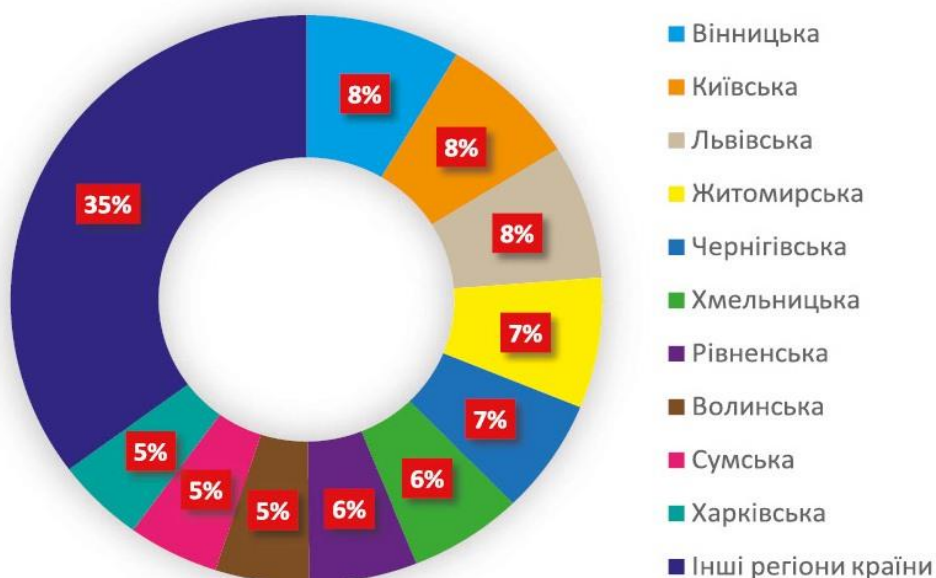


Рисунок 1 - Основні регіони виробництва картоплі в Україні
(за даними Держстату України)

Завдяки високим смаковим якостям картоплю широко використовують у кулінарії. Споживання картоплі на душу населення у країнах Європи коливається від 100 (Швеція, Норвегія) до 150 – 180 кг/рік (Німеччина, Бельгія, Ірландія).

Значну частину картоплі використовують на корм худобі. 100 кг картоплі відповідає 30 кормовим одиницям і містить 2кг перевареного протеїну. Цінним кормом для ВРХ є також відходи технічної переробки картоплі – мезга, барда. Картопля має велике агротехнічне значення. Як просапна культура вона є однією з найкращих попередників зернових культур.

У передових господарствах країни одержують до 200-250 ц/га, а іноді і 330-430 ц/га картоплі. На державних сортових ділянках на дослідних станціях, у лісостепу і поліських районах країни з року в рік урожайність з картоплі складає 250-350 ц/га.

Підвищення урожайності картоплі можна досягти впровадженням прогресивної технології вирощування культури і комплексної механізації.

Підвищенню урожайності картоплі, зниженню втрат і собівартості її виробництва сприяє комплексна механізація галузі, а особливо процесу збирання врожаю.

Найбільш складна і трудомістка технологічна операція при вирощуванні картоплі – збирання врожаю. На її долю приходить до 60 % всіх затрат. Один з головних факторів, стримуючих збільшення виробництва картоплі, – повільне освоєння механізованих технологій, а також погане забезпечення галузі необхідною сільськогосподарською технікою. В останні роки відмовлення від інтенсивних технологій виробництва картоплі призвело до спрощених методів її вирощування навіть в великих господарствах.

Технологічний процес збирання картоплі ускладнений тим, що вміст бульб в шарі ґрунту невеликий (1 – 2 % по масі). Щоб виділити 4 – 6 кг бульб, дворядна машина повинна подрібнити і відсіяти за кожен секунду більше 200 кг ґрунту.

Досвід провідних європейських країн свідчить, що високо-продуктивне картоплярство базується на досягненнях науково-технічного прогресу, зокрема на впровадженні сучасних комплексів машин.

Аналіз наукових досліджень і узагальнення виробничого досвіду показують, що для механізованого виробництва картоплі необхідна розробка і впровадження комплексу агрономічних, технічних і організаційних заходів, направлених на підвищення урожайності цієї культури, покращення якості продукції і зниження експлуатаційних витрат і затрат праці.

Метою даної роботи є удосконалення механізації збирання картоплі і конструкції картоплекопача.

1 АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Картоплезбиральні машини повинні бути розраховані на збирання картоплі, посадженої з міжряддями 60 і 70 см. Крім того, вони повинні мати пристосування, що дозволяють використовувати їх при міжряддях 90 см.

При технології збирання, що передбачає попереднє видалення бадилля з метою полегшення роботи картоплезбиральних машин, спеціальна бадилезбиральна машина повинна збирати в бункер не менше 70% бадилля. Урожай бадилля може досягати 400 ц/га. При збиранні бадилля не допускається зминання рядів картоплі колесами агрегату, руйнування бульбових гнізд, витягування бульб на поверхню поля або їх пошкодження. Машина повинна збирати бадилля в бункер і вивантажувати її в транспортні засоби або скидати в кінці гону в купи. Повинне бути також передбачене розкидання подрібненого бадилля по полю.

Картоплезбиральні машини повинні забезпечувати викопування бульб з глибини до 21 см при ширині гнізд бульб до 40 см.

Картоплекопач повинен викопувати на поверхню поля не менше 95% бульб. При визначенні втрат бульби вагою до 20 г не враховуються. Бульби, викопані дворядним копачем просіваючого типу, повинні бути укладені смугою не ширше 1 м.

При роздільному збиранні картоплекопачі повинні укладати викопані бульби у валки з двох, чотирьох або шести рядків; при цьому повинні залишатися проходи для коліс комбайна-підбирача. Товщина шару ґрунту і бульб у валках не повинна перевищувати 10 см. Ширина валка, утвореного з двох викопаних рядків, повинна бути не більш 70 см, а з чотирьох - шести рядків - не більш 90 см.

При роботі картоплекопачів допускаються пошкодження не більш 3% бульб по вазі. До пошкоджених відносяться бульби роздавлені,

розрізані і надрізані, з тріщинами при довжині по хорді більше 20 мм, з вирвами і потемніннями м'якоті від ударів завглибшки більше 5 мм і зідраною шкіркою більше ніж з 1/4 поверхні бульби.

Картоплезбиральний комбайн повинен збирати в бункер не менше 97% картоплі. Втрати всіх видів не повинні перевищувати 3%. Чистота картоплі в тарі повинна бути не менше 95%. Кількість механічних пошкоджень бульб всіх видів допускається не більш 12%.

Картоплекопачі доцільно агрегатувати з тракторами класу 0,9 або 1,4 т. Підйом і заглиблення лемішів картоплекопачів повинні здійснюватися від гідросистеми трактора.

Однорядні комбайни доцільно агрегатувати з тракторами класу 0,9; 1,4 або 2,0 т, дворядні - з тракторами класу 1,4; 3,0 т і самохідними шасі СШ-75 і СШ-45.

Підйом і заглиблення лемішів комбайна необхідно здійснювати від гідросистеми як при русі, так і при зупинках агрегату.

Підкопуючі робочі органи комбайна повинні добре пристосовуватися до мікрорельєфу поля і забезпечувати рівномірну глибину ходу при різних заглибленнях. Відхилення глибини ходу лемішів від встановленої допускається не більш ± 2 см.

Робочі органи картоплезбиральних машин повинні мати запобіжні пристрої, що виключають їх поломку при попаданні каміння і інших сторонніх предметів.

Кількість обслуговуючого персоналу для однорядного комбайна повинна бути не більш чотирьох чоловік, а для дворядного не більше шести (включаючи робочих, зайнятих на перебиральному столі).

Продуктивність дворядних картоплекопачів за годину змінного часу встановлена не менше 0,4 га, а картоплезбиральних комбайнів не менше 0,15 га на кожен рядок.

Термін служби картоплезбиральних машин повинен бути не менше 7

років без заміни деталей, що швидко зношуються. Картоплекопачі повинні обробити, не менше 100 га, а комбайни не менше 50 га.

При роздільному збиранні картоплезбиральний комбайн з підбираючим пристосуванням повинен збирати з валка, утвореного копаючим валкоукладачем з двох або чотирьох - шести рядків, не менше 95% бульб.

Продуктивність комбайна за годину змінного часу при підборі валка, утвореного з двох рядків повинна бути не менше 0,3 га, з чотирьох рядків; 0,6 га, з шести рядків 0,9 га.

Таким чином, підкопуючі робочі органи картоплезбиральних машин і комбайнів є найважливішим елементом в технологічному процесі збирання картоплі. У відповідності до цього, агротехнічні вимоги до підкопуючих пристроїв визначаються виходячи з можливості проведення збирання з мінімальними втратами та незначними пошкодженнями бульб картоплі.

2.1 Вплив властивостей ґрунту на роботу картоплезбиральних машин

Якість роботи картоплезбиральних машин у великій мірі залежить від ґрунтового-кліматичних умов, в яких вони експлуатуються. Ґрунти різних сільськогосподарських зон України надзвичайно різноманітні. Тільки по генетичних ознаках відомо більше 10 різновидів ґрунтів. Крім того, ґрунти, підрозділяються по механічному складу, кам'янистості і іншим ознакам. Властивості ґрунту, що впливають на роботу картоплезбиральних машин, знаходяться також залежно від її вологості і характеру попередньої обробки. Різноманіття ґрунтового-кліматичних умов створює специфічні труднощі при проектуванні і експлуатації картоплезбиральних машин. Тому перспективною системою машин передбачене застосування в різних умовах машин різних типів. При проектуванні картоплезбиральних машин необхідно чітко уявляти, для яких ґрунтових умов вони призначаються.

Дані досліджень картоплезбиральних машин і досвід експлуатації показують, що вирішальний вплив на роботу картоплезбиральних машин роблять механічний склад і вологість ґрунтів.

Вплив типу і вологості ґрунту на роботу підкопувальних робочих органів виявляється в основному в збільшенні зусилля на підрізування при роботі на важких ґрунтах, зміні характеру деформації і руйнування скиби, скупчування скиби при роботі на рихлих ґрунтах, залипанні лемішів при підвищеній вологості суглинних і глинистих ґрунтів, прискоренні зносу ріжучої кромки на абразивних (супіщаних) ґрунтах. Але особливо сильно впливають ґрунтові умови на роботу сепарувальних пристроїв картоплезбиральних машин.

Залежність коефіцієнта просівання важкого суглинного ґрунту від вологості показана на рис.2.1.

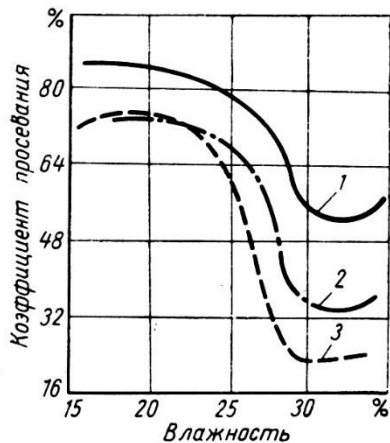


Рисунок 3.1 - Діаграма залежності коефіцієнту просіювання важкого суглинного ґрунту від його вологості: 1 – вібраційним грохотом зі струнною робочою поверхнею; 2 – коливальний грохот; 3 – прутковий елеватор

Залежно від вмісту глинистих частинок і води ґрунт може знаходитися в трьох різних фізичних станах (консистенціях): твердій, пластичній і текучій. Фізичні властивості ґрунту при переході з одного стану в інший різко змінюються.

У твердому стані ґрунт добре просівається, оскільки частинки її не злипаються і не прилипають до металу. Крім того, ґрунтова скиба порівняно легко руйнується при струшуванні, стисканні і ударах. Проте на важких ґрунтах при вологості менше 10% ґрунтовий пласт набуває великої зв'язності, що веде до утворення міцних глиб і грудок.

У пластичному стані властивості ґрунту різко змінюються: грудки погано руйнуються, сплющуються при стисканні, ґрунтові частинки злипаються між собою, прилипають до металу, не просіваються.

У текучому стані ґрунт деформується (тече) під дією власної ваги.

При збільшенні вологості навіть піщаний ґрунт погано просівається.

Таким чином, процес відділення бульб від ґрунту у зв'язку з крайньою мінливістю властивостей одного з компонентів, що розділяються, не є постійним, як наприклад, схожі по назві процеси відділення зерна від соломи, сортування насіння за розміром, де компоненти зберігають основні властивості, а змінюється залежно від стану ґрунту.

На рис. 2.2 показана діаграма стану ґрунту залежно від механічного складу і вологості, побудована на підставі експериментальних даних

визначення нижньої і верхньої меж пластичності різних ґрунтів. На діаграмі межі пластичності розділяють три різні фізичні стани ґрунту: твердого, пластичного і текучого. Крім того, в твердому стані ґрунт може, з точки зору сепарації, мати три різновиди стану.



Рисунок 2.2 - Діаграма фізичного стану ґрунту в залежності від його механічного складу і вологості: IА – розпушений (не грудкуватий) стан; IБ – розпушений стан з наявністю в ґрунті неміцних грудок; IВ – грудкуватий стан ґрунту; II – пластичний стан ґрунту; III – текучий стан ґрунту; а – пісок; б – супісь; в – суглинок легкий; г – суглинок середній; д – суглинок важкий; е – глина легка; ж – глина середня; з – глина важка

Таким чином, можна виділити п'ять основних видів процесу сепарації:

Сепарація компонентів: бульби - тверді частинки ґрунту, значно менші бульб за розміром. Процес відбувається при роботі машин на піщаних і супіщаних ґрунтах, а також на суглинних при оптимальній вологості і добрій попередній обробці (зона IА на діаграмі).

Сепарація компонентів: бульби - дрібні ґрунтові частинки з наявністю неміцних грудок (з міцністю до 200 Н), близьких за розміром до бульб. Процес відбувається при роботі машин на суглинному ґрунті при зниженій вологості і поганій обробці (зона IБ).

Сепарація компонентів: бульби - дрібні ґрунтові частинки з наявністю міцних грудок (або каміння), близьких за розміром до бульб. Процес

відбувається при роботі машин на важких суглинних і глинистих ґрунтах при зниженій вологості, а також на легких кам'янистих ґрунтах (зона IВ).

Сепарація компонентів: бульби - ґрунт в пластичному стані. Процес відбувається при роботі на суглинних і глинистих ґрунтах при вологості між нижньою і верхньою межами пластичності (зона II).

Сепарація компонентів: бульби - ґрунт в текучому стані. При достатній прохідності агрегату процес може відбуватися на всіх типах ґрунтів при їх вологості вище за верхню межу пластичності (зона III).

2.2 Біологічні та механіко-технологічні властивості картоплі

При вирощуванні картоплі в більшості випадків витримують ширину міжрядь 70 см.

Більшість сортів висаджують з відстанню між бульбами у рядку біля 30 см. Така схема садіння забезпечує не менш 50 тис. кущів на гектарі. Бульби розміщуються у гніздах, форма та розміри яких визначають глибину ходу підкопуючих робочих органів збиральних машин.

Таблиця 2.1 - Розташування бульб в ґрунті

Сорт	Глибина залягання бульб, см		Ширина залягання, см	
	середня	макс.	середня	макс.
Прискульський	16,1	22	-	-
Лорх	18,8	24	22,5	38
Рання роза	14	21	17,3	36
Північна роза	13,4	18	-	-
Передовик	19,5	22	-	-
Бермхінген	19,2	22	20,5	33
Сілезія	18,5	24	31,2	46
Вольтман	17,2	22	25,5	44

Середня глибина залягання гнізда по сортам складає 14 - 19,5 см, ширина - 17,3 - 31,2 см.

Об'ємна вага бадилля залежить від вологості і щільності укладки та в середньому дорівнює 133 кг/м³.

Середня вага бульб по сортам складає від 48 до 102 грам (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 - Вагова характеристика бульб

Сорт	Урожайність, ц/га	Вага бульб, г		
		Середня	Максимальна	Мінімальна
Прискульський	200	92	252	20
Лорх	213	75	290	20
Рання роза	210	102	410	20
Північна роза	162	71	196	20
Передовик	208	48	164	20
Бермхінген	200	55	290	20
Вольтман	200	55	290	20

Відповідно з вагою змінюються і розміри бульб (табл. 2.3)

Таблиця 2.3 - Розподіл бульб сорту Лорх по класам ваги

Класи бульб по вазі, г	Співвідн. класів, %	Середня вага, г	Розміри, мм		
			Довжина	Ширина	Товщина
0-20	8,5	-	-	-	-
21-60	31,3	45	53	44	35
61-100	29,6	77	64	51	40
101-140	17,2	131	85	65	49

Середній діаметр стебла в нижній частині знаходиться в межах 8 - 12 мм, з крайнім відхиленням – 4 - 20 мм.

Таблиця 2.4 - Вагова і кількісна характеристика куща картоплі

Сорт	Вага бульб, г		Кіл-ть бульб, шт		Сер. вага однієї бульби, г	Вага бадилля, г		Віднош. ваги бадилля до бульб, %	Урожайність, ц/га
	середн.	макс.	середн.	макс.		середн.	макс.		
Прискульський	697	1607	8	16	92	277	480	39,7	220
Лорх	610	1035	8	16	75	163	547	26,7	213
Рання роза	602	2140	6	18	102	113	518	18,8	211
Північна роза	514	882	8	13	71	416	652	80,9	162
Передовик	615	926	13	17	48	445	1210	72,3	208
Бермхінген	628	810	10	14	67	191	340	30,4	206
Сілезія	524	1020	12	28	42	499	2070	95,2	183

Таблиця 2.5 - Розривне зусилля бадилля картоплі

Сорт	Серед. діаметр стебел, мм	Розривне зусилля, Н		
		Середнє	Максимальне	Мінімальне
Рання роза	6,3	235	311	189
Епіку	6,9	219	291	170
Лорх	8,4	417	430	393
Сілезія	9,8	427	493	349
Вольтман	8,1	343	416	271

Довжина бадилля, яка в середньому становить 0,5 - 0,8 м, в деяких випадках досягає 2 м. При такій довжині до періоду збирання більшість стебел полягає.

Відносна вага бадилля у більшості сортів висока, у сорта Лорх – середня,

у Ранньої рози – незначна. Міцність стебел бадилля на розрив у різних сортів різна. Бадилля в період збирання, як правило, знаходиться в неактивному стані, розрив його здійснюється на висоті 200 мм від основи.

Розривне зусилля стебел у різних сортів знаходиться в межах від 493 до 170 Н (табл. 2.5).

У ранніх сортів міцність бадилля менша, ніж у середніх і пізніх. У сорту Лорх міцність на різній висоті стебел різна. Для порівняння зусиль розриву стебел, котрі знаходяться в прямій залежності від їх діаметра (табл. 3.6).

Таблиця 2.6 - Зусилля розриву стебел (сорт Лорх)

Діаметр стебел у основи, мм	Середнє зусилля теребління, Н	Середнє зусилля розриву (Н) на відстані від бадилля, см		
		5	15	25
5-6	76	260	190	150
6-8	103	280	310	220
8-10	153	420	350	250
10-12	156	480	480	400

Таким чином, на роботу викопуючих робочих органів першочерговий вплив мають властивості ґрунту, які в свою чергу залежать від різновиду та вологості. Розробка та вдосконалення існуючих робочих органів для викопування картоплі повинні проводитися з врахуванням властивостей ґрунту та біологічних особливостей картоплі.

3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ

Для збирання картоплі використовують картоплекопачі, картоплекопачі-валкоутворювачі та картоплезбиральні комбайни.

Картоплекопачі призначені для підкопування рядків картоплі, сепарації викопаного вороху (руйнування, подрібнення викопаного шару, часткового відокремлення домішок від бульб) та укладання відділених бульб на поверхню поля у валок.

Картоплекопач КСТ-1,4А призначений для викопування двох рядків картоплі, сепарації викопаного ґрунту і укладання бульб на поверхню поля у валок. Він працює на всіх типах ґрунтів за вологості 10 - 27 %. Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість 1,9 - 6,5 км/год, продуктивність до 0,9 га/год, маса 1320 кг. Агрегатується з тракторами класу тяги 1,4, робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора.

Картоплекопач елеваторного типу (рис. 3.1) складається з рами 4, одного копіювального металевого 1 і двох опорних пневматичних 6 коліс, двох лемішів 2, швидкісного 5, основного 5 та каскадного 7 конвеєрів, двох звужувальних щитків 5, причіпного пристрою 10, механізмів приводу робочих органів 11 та регулювання глибини ходу лемішів.

Лемеші 2 активного типу призначені для підкопування шару бульб, часткового руйнування підкопаного шару та передачі викопаного вороху на швидкісний конвеєр 3. Вони мають трапецієподібну форму з відкидними клапанами, які встановлені в задній частині кожного леміша і шарнірно з'єднані з рамою 4.

Швидкісний конвеєр 3 пруткового типу призначений для розпушення, руйнування і сепарації викопаного шару ґрунту та подавання його на основний конвеєр 5, верхня гілка якого приводиться в коливальний рух за рахунок

еліптичних зірочок, де ґрунт інтенсивно просіюється крізь прутки конвеєра.

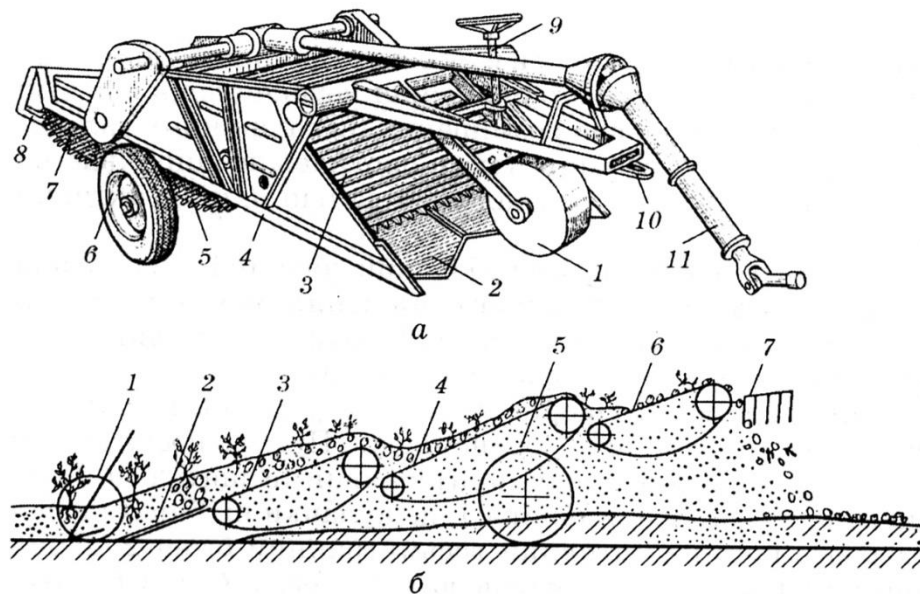


Рисунок 3.1 - Картоплекопач КСТ-1,4А: а - загальний вигляд: 1- копіювальне колесо; 2 - леміш; 3, 5 і 7 відповідно швидкісний, основний і каскадний конвеєри; 4 - рама; 6 - ходове колесо; 8- звужувальний щиток; 9, 10 і 11- відповідно механізми регулювання глибини ходу лемешів, причіпного пристрою і приводу робочих органів; б - конструктивно-технологічна схема; 1- копіювальне колесо; 2- леміш; 3 - швидкісний конвеєр; 4 - основний конвеєр; 5 - ходове колесо; 6 - каскадний конвеєр; 7 - звужувальний щиток

Каскадний конвеєр 7 призначений для остаточної сепарації викopanого вороху картоплі і скидання його на поверхню поля, тобто утворення валка картоплі звужувальними щитками 8. Для зменшення пошкодження бульб кожний другий пруток конвеєра прогумований.

Під час руху машини активні лемеші 2 (рис. 3.2, б), які коливаються з частотою 8,3; 9,4 і 10,5 с⁻¹ і амплітудою коливань 14 мм (залежно від умов роботи), підкопують рядки картоплі і спрямовують скибу на швидкісний конвеєр 3 коливального типу, швидкість якого становить 1,91 або 2,14 м/с. За рахунок коливання робочої гілки конвеєра 3 руйнується та частково сепарується підрізаний шар ґрунту і здійснюється подальше переміщення вороху (маси ґрунту з бульбами) на основний конвеєр 4, на якому відбувається основне інтенсивне відокремлення домішок із складу викopanого вороху та передавання його на каскадний конвеєр 6. Тут закінчується остаточне

очищення бульб від домішок, а непросепаровані грудки ґрунту, бадилля спрямовуються на поверхню поля. Звужувальні щитки 7 формують валок 60 - 90 см завширшки.

Глибину ходу лемішів 2 регулюють гвинтовим механізмом 9 копіювального колеса 1 так, щоб не підрізалися глибоко розміщені бульби картоплі. Передній кут загострювання лемешів становить 100° . Частота коливань лемешів (8,3; 9,4 і $10,5 \text{ с}^{-1}$), швидкість руху швидкісного 3 (2,02; 2,26; 2,52 м/с), основного 5 (1,91; 2,15 м/с) і каскадного 7 (1,56; 1,76 м/с) конвеєрів змінюють за допомогою переустановлення ведучих зірочок на відповідних валах механізму приводу.

Картоплекопач начіпний КТН-2В призначений для підкопування двох рядків картоплі, часткової сепарації вороху і формування валка викопаних бульб на поверхні поля. Застосовують його для збирання картоплі на легких і середніх ґрунтах за їх вологості не більше ніж 27 %.

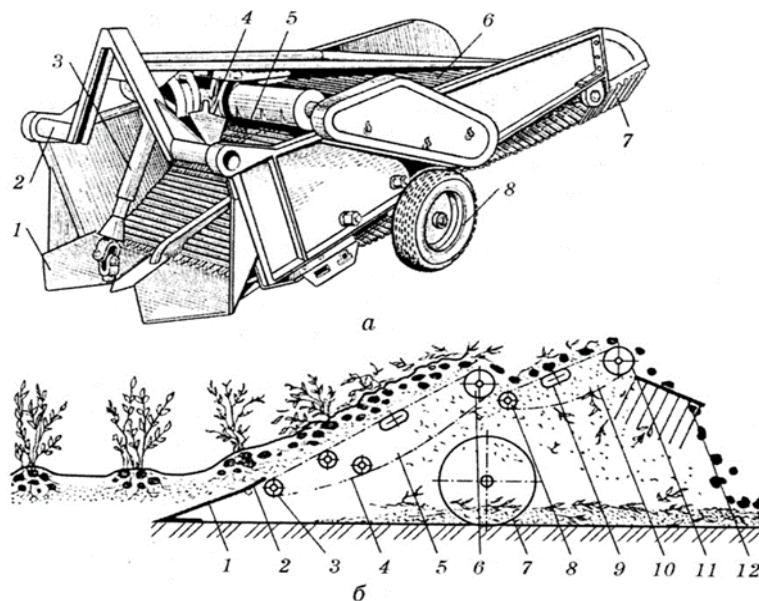


Рисунок 3.2 - Картоплекопач КТН-2В:

a – загальний вигляд: 1 – леміш; 2 – рама; 3 – карданна передача; 4 – редуктор; 5 – основний конвеєр; 6 – каскадний конвеєр; 7 – звужувальна решітка; 8 – опорне колесо; *б* – конструктивно-технологічна схема: 1 – леміш; 2 – відкидний клапан; 3 і 8 – напрямні котки; 4 – основний конвеєр; 5 і 9 – струшувачі; 6 і 11 – ведучі зірочки; 7 – опорне колесо; 10 – каскадний конвеєр; 12 – відбивач

Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість 1,8 - 3,4 км/год, продуктивність 0,25 - 0,47 га/год, маса 835 кг. Агрегатується з тракторами класу тяги 1,4, робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора.

Картоплекопач КТН-2В складається з рами 2 (рис. 4.2, а), пасивних лемішів 1, карданної передачі 3, редуктора 4, основного 5 і каскадного 6 конвеєрів, опорних коліс 8, звужувальних решіток 7. За своєю будовою він відрізняється від картоплекопача КСТ-1,4А тим, що не має копіювального колеса, швидкісного конвеєра, а леміші виконані пасивного типу.

Під час роботи підкопаний лемішами 1 (рис.4.2, б) шар надходить на основний конвеєр 4, на якому внаслідок вертикального струшування полотна конвеєра струшувачами 9 відбувається основне відсівання ґрунту. Далі ворох потрапляє на каскадний конвеєр 10 для додаткового відсівання ґрунту струшувачами 9. Після цього картопля з домішками ґрунту та рослин по звужувальних решітках скидається на поверхню поля слідом за копачем з утворенням валка.

Картоплекопач-валкоутворювач УКВ-2 призначений для збирання картоплі комбінованим та роздільним способами з двох рядків: підкопування шару ґрунту, сепарації домішок викопаного вороху та формування валка викопаних бульб на поверхні поля. Картоплекопач напівпричіпний, агрегатується з тракторами класу тяги 1,4. Робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора.

Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість 2,8 - 6,0 км/год, продуктивність до 0,4 га/год, маса 2521 кг. Копач-валкоутворювач має основну раму, ходові пневматичні та опорні 1 колеса (рис. 3.3), леміші 3 з активними боковинами 2, основний конвеєр 4 зі струшувачами 5, два балони-грудкоподрібнювачі 6, грохот з першим 7 та другим 9 решетами, ложеутворювач 8, поперечний конвеєр 10, тростини 11 для відокремлення бадилля, гірку 12 для відокремлення рослинних домішок, гідросистему та механізм приводу робочих органів.

Лемеші 3 мають плоску п'ятикутну форму з активними коливальними

боковинами, передня частина загострена, а в задній шарнірно встановлені

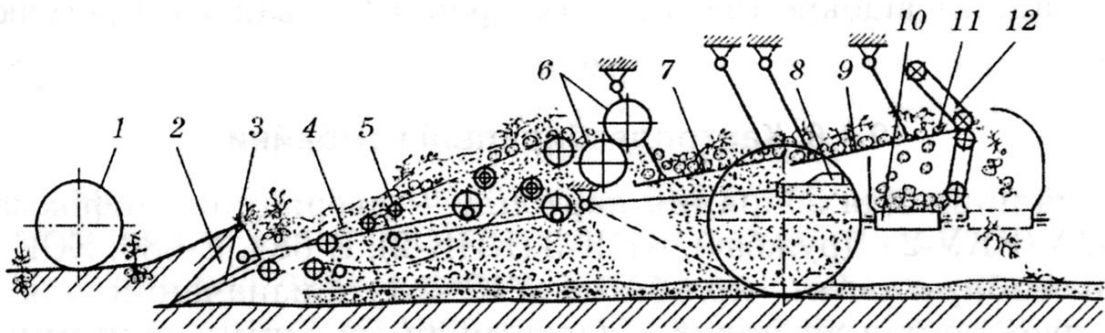


Рисунок 3.3 - Конструктивно-технологічна схема картоплекопача – валкоутворювача УКВ-2: 1 – опорне колесо; 2 – активні боковини; 3 – леміш; 4 – основний конвеєр; 5 – струшувачі; 6 – балони-грудкоподрібнювачі; 7 – перше решето грохота; 8 – ложеутворювач; 9 – друге решето грохота; 10 – поперечний конвеєр; 11 – бадиллєвідокремлювальні тростини; 12 – бадиллєвідокремлювальні гірки

клапани, які запобігають заклинюванню сторонніх предметів між лемішем і основним конвеєром 4. Між лемішами і боковинами залишають вільний простір. Активні боковини усувають накопичення рослинних домішок на лемішах. Основний конвеєр 4 пруткового типу обладнаний активними струшувачами 5, які є еліптичними зірочками й інтенсифікують процес просіювання ґрунту в зазори між прутками конвеєра. Швидкість руху полотна конвеєра 1,54 м/с.

Грудкоподрібнювач 6 виконаний у вигляді двох розміщених один над одним циліндричних пневматичних балонів, які мають різну кутову швидкість обертання як за напрямком, так і за значенням.

Під час руху копача-валкоутворювача леміші 3 підкопують для рядки картоплі і подають їх на основний конвеєр 4, який за допомогою струшувачів 5 руйнує та розрихлює піднятий шар ґрунту. Частина ґрунту просіюється в зазор між прутками конвеєра, а бульби з домішками робочою гілкою надходять до балонів-грудкоподрібнювачів 6. Ворох проходить у зазор між балонами, тиск в яких становить 0,015 - 0,05 МПа (залежно від умов роботи). При цьому грудки подрібнюються, а бульби, прогинаючи поверхню балонів,

разом з подрібненими грудками та бадиллям подаються до першого решета грохота 7. На першому решеті частково відокремлюються домішки ґрунту, а звідти надходять на друге решето грохота 9, яке має подовження із тростин 11, щілини між якими більші, ніж між попередніми тростинами. Бульби картоплі провалюються в щілини тростин, які мають зубчасту поверхню, а бадилля зависає на них. З другого решета грохота бульби потрапляють у валок слідом за копачем на вирівняну ложеутворювачем 8 поверхню, при цьому поперечний конвеєр 10 переміщують за допомогою гідросистеми в заднє положення. Бадилля з другого грохота надходить на гірки 12, полотна яких рухаються назустріч одне одному, втягується ними і спрямовується на поперечний конвеєр 10 і далі на зібране поле. При наступних проходженнях копача-валкоутворювача поперечний конвеєр ставлять у переднє положення і бульби надходять на нього, а потім у валок, утворений при першому проходженні. Бадилля при цьому викидається слідом за копачем на зібране поле.

Глибину ходу лемішів 3 регулюють гвинтовим механізмом опорних коліс 1 (до 25 см), а амплітуду коливань (до 65 мм) верхньої гілки основного конвеєра 4 — зміною положення отвору фіксації корпусу кривошипа механізму струшування (шість отворів). Зазор між балонами грудкоподрібнювача 6 (4-12 мм) регулюють переміщенням верхнього балона, кут нахилу гірок 12 — важелем регулювального механізму.

Основні машини для збирання картоплі — дворядний уніфікований комбайн ККУ-2А (ККУ-2 «Дружба»), КПК-3 (КПК-2), Е-684, Е-686, КСК-4-1.

Картоплезбиральний комбайн ККУ-2А призначений для збирання картоплі з двох рядків на полях з легкими та середніми ґрунтами, напівначіпний, агрегатується з колісними тракторами МТЗ-80/82, ЮМЗ-6Л за вологості ґрунтів 14 - 20 %, а при збиранні на перезволожених — гусеничними Т-74, ДТ-75, обладнаними ходозменшувачами та гідроначіпними системами. Робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора.

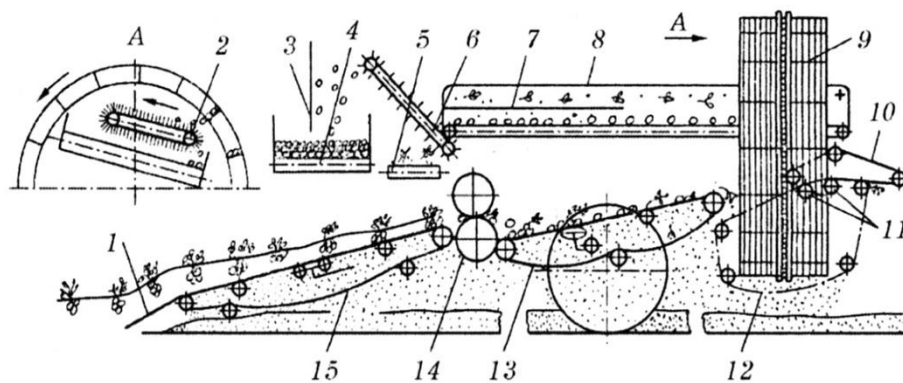


Рисунок 3.4 - Конструктивно-технологічна схема комбайна ККУ-2А:

1 – активний леміш; 2 – гірка; 3 – екран; 4 – бункер; 5 – конвеєр домішок; 6 – конвеєр завантаження бункера; 7 – розподільник; 8 – перебиральний стіл; 9 і 10 – барабанний та притискний конвеєри; 11 – відбійні прутки; 12 – рідко прутковий конвеєр; 13 і 15 – другий та основний сепарувальні конвеєри; 14 – грудко подрібнювач

Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість руху 1,8 - 4,0 км/год, продуктивність 0,32 - 0,43 га/год, маса 4527 кг.

Основні складові частини комбайна (рис. 3.4) — активний леміш 1, основний 15 та другий 13 сепарувальні конвеєри з механізмом струшування, грудкоподрібнювач 14, бадиллєвідокремлювач, барабанний конвеєр 9, гірка 2, перебиральний стіл 8, конвеєри завантаження 6 бункера 4 та домішок 5, рама, опорні та ходові колеса, механізм передач, гідравлічний механізм піднімання бункера, механізм заглиблення леміша, а також площадки для комбайнера і перебиральників картоплі.

Активний леміш призначений для підкопування рядків картоплі при збиранні прямим комбайнуванням, підбирання валків за роздільного способу та для підкопування рядків з одночасним підбиранням валків за комбінованого способу збирання. Він складається з плоского леміша, змінних накладок, ексцентрикового вала, шатунів, змінних бокових, решітки, механізму приводу ексцентрикового вала. При збиранні картоплі прямим комбайнуванням і комбінованим способом на плоский леміш прикріплюють змінні накладки, а

при роздільному — їх знімають і замість них монтують боковини.

Основний прутковий сепарувальний конвеєр призначений для попередньої сепарації викопаного вороху і складається з ведучого вала, нижніх, підтримувальних котків і котків примусового струшування, полотна елеватора, вала механізму струшування, кривошипно-шатунного механізму, диска приводу і корпусу кривошипа.

Механізм струшування призначений для приведення у коливальний рух верхньої стрічки основного конвеєра. Він складається з вала, на якому закріплені три пари котків під верхньою стрічкою основного конвеєра і приводиться в дію кривошипно-шатунним механізмом.

Грудкоподрібнювач призначений для руйнування грудок ґрунту та часткового відривання бульб від бадилля. Він складається з двох паралельно встановлених один над одним пневматичних балонів циліндричної форми, які мають покришку, в яку встановлено гумову камеру. Покришка з камерою прикріплена металевими кільцями до торцевих дисків, які жорстко закріплені на валу з корпусами шарикопідшипників.

Другий сепарувальний конвеєр призначений для подальшого відсіювання ґрунту і за будовою аналогічний першому.

Бадиллєвідокремлювач призначений для відривання бульб від бадилля та викидання його з рослинними домішками на зібране поле. Він складається з пруткового і притискного конвеєрів, двох відбійних прутків, кронштейнів, пружин, регульованих гвинтів і механізму приводу.

Барабанний конвеєр використовують для подавання бульб із залишками домішок на гірку, а також відсіювання дрібних домішок ґрунту. Його змонтовано впоперек відносно поздовжньої осі комбайна. Він складається з рами, звареної із труб, внутрішня поверхня якої розподілена лопатями на відсіки. Всередині барабана встановлено напрямний щиток. Поверхня барабана решітчаста, утворена сталевим тросом з пластмасовим покриттям.

Гірка призначена для розподілу маси на бульби і домішки. Вона складається

із стрічкового конвеєра, який встановлено у верхній частині барабанного конвеєра. Стрічковий конвеєр утворено з нескінченної стрічки, на робочій поверхні якої утворені гумові пальці і яка охоплює ведучий та ведений барабани. Гірка також має раму з боковинами, храповик, підвіску, важіль з собачкою і механізм натягування робочого полотна гірки.

Перебиральний стіл призначений для ручного відокремлення бульб від домішок після часткового розподілу їх на гірці. Він має вигляд стрічкового конвеєра, встановленого у напрямку поздовжньої осі комбайна. Постійний кут нахилу стола 12° . Перебиральний стіл складається із транспортної стрічки, яка прикріплена до ланцюгів та охоплює зірочки ведучого й веденого барабанів, рами, боковий, розподільника і механізму приводу. Для працівників-перебиральників, що стоять по обидва боки стола, на комбайні встановлено спеціальні площадки з огорожами.

Розподільник призначений для розподілу маси на дві частини (на потік бульб, спрямований на конвеєр завантажувального бункера, і потік домішок, який потрапляє на конвеєр домішок). Він складається з трубчастого бруса, до якого в нижній частині прикріплено стрічку прогумованого полотна, що дотикається до конвеєра перебирального стола, і який одним кінцем шарнірно з'єднаний з передньою стязкою, а другим — із задньою.

Конвеєр домішок призначений для видалення залишків ґрунту, каміння і рослин, які надходять із перебирального стола. За своєю будовою він аналогічний конструкції гірки, тільки на поверхні полотна немає гумових пальців.

Бункер призначений для нагромадження бульб і вивантаження їх під час руху комбайна в кузов транспортного засобу, який рухається поряд з комбайном. Він складається з основної і відкидної рам, боковий, ведучого і веденого барабанів, конвеєрної стрічки з прогумованого полотна, лотока, гідравлічного механізму піднімання, приводу з механізмом керування рухом стрічки.

Комбайн в агрегаті з трактором, рухаючись уздовж рядків, активним лемешем 1 підкопує два суміжні рядки. Підкопаний шар ґрунту з бульбами, залишками бадилля, яке раніше збирають машиною КИР-1,5Б, надходить на основний сепарувальний конвеєр 15, де під дією механізму струшування відсіюється основна маса ґрунту. Бульби з домішками більших і міцніших грудок, а також з іншими домішками конвеєром 15 подаються на грудкоподрібнювач 14, де під дією тиску балонів, що обертаються назустріч один одному, грудки подрібнюються на дрібні частини і вся маса надходить на другий сепарувальний конвеєр 13, на якому відсіюються подрібнені грудки. Потім маса надходить на рідкопрутковий конвеєр 12 бадиллєвідокремлювача. На прутках конвеєра 12 бадилля зависає і рухається до притискного конвеєра 10, де відірвані від бадилля бульби і дрібні домішки між прутками потрапляють у нижню частину барабанного конвеєра 9.

Притискний конвеєр 10 витискує невідокремлені від бадилля бульби вниз до двох відбійних прутків 11, які відривають їх. Затиснуте між конвеєрами 12 і 10 бадилля викидається на зібране поле, а відірвані бульби надходять на нижню частину барабанного конвеєра 9. Він подає їх разом з домішками на рухоме полотно гірки 2, на якому відокремлюються від бульб домішки ґрунту і рослин, а бульби скочуються по полотну гірки вниз і потрапляють на нижню частину перебирального стола 8, а домішки — на верхню. На столі 8 бульби з верхньої частини скочуються на нижню, а домішки за рахунок більшого тертя з поверхнею полотна стола 8 залишаються на ньому. З обох боків стола 8 стоять працівники, які коригують розподіл по ньому бульб і домішок, при цьому розподільник 7 відокремлює потік бульб від домішок. Бульби по конвеєру завантаження 6 надходять у бункер 4, а домішки — на конвеєр 5 і далі на зібране поле. Для зменшення пошкодження бульб під час падіння з конвеєра 6 у бункер 4 на комбайні встановлено еластичний екран 3, який зменшує швидкість падіння. Із бункера 4 бульби вивантажуються у транспортні засоби під час руху або зупинення збирального

агрегату.

Комбайном керують із площадки комбайнера, розміщеної в передній частині комбайна. Поряд з площадкою є кермо для регулювання глибини підкопування лемішем, важіль приводу конвеєра бункера, важіль перемикання реверсивного приводу конвеєра домішок, важіль для відкривання і закривання лотока бункера під час вивантажування картоплі. Заглиблення активного леміша при прямому комбайнуванні та комбінованому способі збирання встановлюють так, щоб різальна кромка леміша була нижче на 1 - 3 см від глибини залягання бульб (приблизно 18 - 20 см). На підбиранні валків за роздільного способу збирання леміш заглиблюють на 3 - 5 см нижче від бульб, які знаходяться на поверхні ґрунту.

Глибину ходу леміша, амплітуду коливання основного та другого конвеєрів, зазор між балонами грудкоподрібнювача, натяг полотна пруткового конвеєра, кут нахилу гірки регулюють аналогічно копачу УКВ-2.

Кут нахилу конвеєра завантажування регулюють спеціальною гвинтовою парою. Напрямок руху конвеєра домішок змінюють за допомогою реверсивного приводу. Положення бункера відносно висоти транспортних засобів регулюють гідроциліндром, який з'єднано з гідросистемою трактора. Картоплезбиральний комбайн КПК-3 призначений для збирання трьох рядків картоплі прямим комбайнуванням (однофазним способом) з міжряддям 70 см, посаджених гребневим способом на легких, середніх і важких перезволожених ґрунтах. Комбайн напівпричіпний, агрегується з тракторами класу тяги 1,4; 2 і 3. Робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора. Ширина захвату 2,1 м, робоча швидкість 2,0 - 6,0 км/год, продуктивність 0,44 - 0,8 га/год, маса 6000 кг.

Комбайн КПК-3 (рис. 3.5) складається з рами 1, трьох копіювальних котків 2, які стискають гребні рядків, викопувальних дискових копачів 3, підкопувальних лемішів 14, поздовжніх шнеків 15, першого 16 і другого 21 сепарувальних конвеєрів, сепараторів шнекового типу — середнього 5,

заднього 9 і бокових 19 шнеків, грудкоподрібнювача 18, рідкопруткового конвеєра 13, задньої основної 11 і вузької 10 пальчастих гірок, ківшового конвеєра 8, конвеєра завантаження 7 бункера 20, регулювальних механізмів 6 і 17, бадиллєвтягувального валика, гідросистеми, приводу, площадки для комбайнера. Робочі органи комбайна змонтовані на рамі 1, яка спирається на ходові колеса 12.

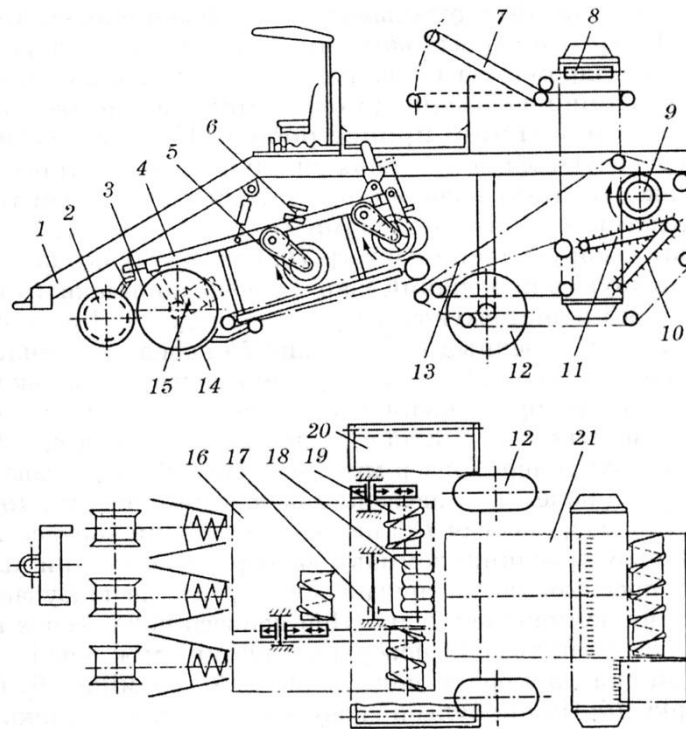


Рисунок 3.5 - Конструктивна схема комбайна КПК-3:

1 – рама; 2 – копіювальний коток; 3 – викопувальні диски; 4 – рухома частина рами; 5, 9 і 19 – середній, задній та бокові шнеки; 6 і 17 – регулювальні механізми; 7 – конвеєр завантаження бункера; 8 – конвеєр; 10 і 11 – вузька та основна пальчасті гірки; 12 – ходові колеса; 13 – рідкопрутковий конвеєр; 14 – леміш; 15 – поздовжній шнек; 16 і 21 – перший і другий сепарувальні конвеєри; 18 – грудко подрібнювач; 20 – бункер

Комбайн КПК-3 уніфікований з комбайном КПК-2 і відрізняється від нього тим, що підкопувальні робочі органи 2, 3 і 14 встановлені для підкопування трьох рядків замість двох, а перший сепарувальний конвеєр 16 має більшу ширину.

Опорні котки призначені для утримування на заданій глибині підкопувальних лемішів і копіювання поверхні гребнів картоплі. Вони мають вигляд порожнистих циліндрів, які обертаються за рахунок зчеплення з ґрунтом. Викопувальні дискові копачі мають два плоских диски, які встановлені на кінцях колінчастої осі з невеликим розвалом. Лемеші мають трапецієподібну форму і обладнані відкидними клапанами.

Основний сепарувальний конвеєр пруткового типу призначений для сепарації викопаного вороху. Він має два полотна, причому праве вдвічі ширше, ніж ліве. Над ним встановлено три шнеки — один нижній центральний і два бокових верхніх. Центральний шнек призначений для подрібнення грудок, а бокові — для звуження потоку вороху і спрямування його до грудкоподрібнювача. Шнеки виконані у вигляді циліндра, на якому навиті гумові спіральні лопаті.

Грудкоподрібнювач за призначенням і будовою аналогічний грудкоподрібнювачу машини ККУ-2А.

Другий сепарувальний конвеєр призначений для сепарації ґрунту і транспортування бульб з домішками на основну пальчасту гірку. За будовою він аналогічний основному конвеєру, але має одне полотно.

Основна пальчаста гірка призначена для відокремлення дрібних домішок від бульб і їх подавання у ківшевий конвеєр. Гірка виконана у вигляді нескінченної стрічки з прогумованого матеріалу з пальчиками на поверхні.

Задній шнек, який встановлено над верхньою частиною основної пальчастої гірки, призначений для зміщення спіральними лопатями великих домішок на вузьку пальчасту гірку і аналогічний будові бокових шнеків.

Ківшевий конвеєр — стрічковий барабанного типу, обладнаний ковшами із прогумованої тканини і призначений для подавання бульб до конвеєра завантажувача бункера.

Бункер складається з рухомої і трьох нерухомих стінок, приймального лотока і вивантажувального ланцюгово-планчастого елеватора.

Гідросистема комбайна складається з гідророзподільника, маслопроводів, гідромотора конвеєра бункера, гідроциліндрів піднімання рухомої рами та зміни положення рухомої стінки вивантажувального елеватора.

Під час роботи копювальні котки 2, що перекочуються по гребнях рядків картоплі, утримують встановлену глибину підкопування і подрібнюють грудки на поверхні гребнів. Підрізані з боків дисками 3 і знизу лемішами 14 рядки разом із бульбами подаються на перший сепарувальний конвеєр 16. При цьому поздовжні шнеки 15 між дисками 3 руйнують підкопаний шар. Одночасно шнеки 15 відривають бульби від бадилля і проштовхують масу на конвеєр 16. З першого конвеєра 16 маса надходить до середнього 5 і бокових 19 передніх шнеків, які переміщують її упоперек конвеєра 16, активно руйнують шар, а також відривають бульби від бадилля, що сприяє кращій сепарації домішок на конвеєрі 16. Бокові шнеки 19 переміщують бульби на середню частину конвеєра 16, а частина шару ґрунту виноситься через зазор між шнеками 19 і верхньою частиною конвеєра I б на зібране поле. Далі звужений боковими шнеками 19 потік маси потрапляє на грудкоподрібнювач 18 і на рідкопрутковий конвеєр 13, який виносить завислі на ньому рослинні домішки на зібране поле. При цьому бульби і дрібні рештки просіюються на другий конвеєр 21, де відбувається подальше відокремлення домішок від бульб. Цей конвеєр подає ворох на основну пальчасту гірку 11, де пальчаста поверхня в щілину між нею і заднім шнеком 9 виносить домішки на зібране поле, а шнек 9 переміщує бульби на пальчасту вузьку гірку 10. По ній бульби скочуються вниз, а домішки захоплюються пальцями гірки 10 і виносяться на зібране поле. З гірки 10 бульби потрапляють на ківшевий конвеєр 8, який подає їх на конвеєр завантаження 7 бункера і далі в бункер 20. Рухоме дно бункера 20 спрямовує бульби в кузов транспортного засобу, який рухається поряд з комбайном.

Глибину ходу лемішів регулюють гвинтовими механізмами опорних котків. Ширину захвату і ступінь стискання підрізаного шару ґрунту копаками

регулюють поворотом зігнутої осі і суміщенням отворів на кронштейні, осі та секторі стояка. Інтенсивність сепарації на першому сепарувальному конвеєрі регулюють зміною зазору між спіральними лопатями бокових шнеків та верхньою робочою гілкою конвеєра за допомогою гвинтових регулювальних механізмів, кут нахилу пальчастих гірок і положення заднього шнека — рукояткою механізму піднімання, а відбійного валика — гвинтовим механізмом.

Картоплезбиральний комбайн Е-684 призначений для збирання прямим комбайнуванням картоплі, посадженої з міжряддям 70 см. Комбайн трирядний, напівначіпний, агрегується з тракторами класу тяги 1,4. Робочі органи комбайна приводяться в рух від ВВП трактора.

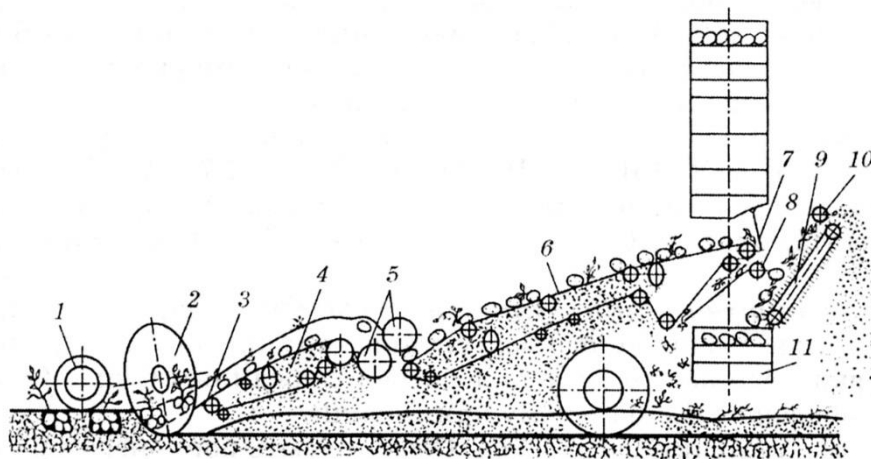


Рисунок 3.6 - Конструктивно-технологічна схема комбайна Е-684:

1 – копіювальний коток; 2 – боковий дисковий леміш; 3 – основний леміш; 4 і 6 – перший та другий конвеєри; 5 – балони-грудкоподрібнювачі; 7 – напрямні пальці; 8 – бадиллєвідокремлювальний валик; 9 – пальчаста гірка; 10 – бульбо відбійний валик; 11 – вивантажувальний елеватор

Ширина захвату 2,1 м, робоча швидкість до 6,0 км/год, продуктивність до 1.0 га/год, маса 4200 кг.

Комбайн Е-684 (рис. 3.6) складається з рами, на якій монтовано ходову частину з пневматичною гальмовою системою, опорно-копіювальні котки 1, дискові бокові 2 та плоскі основні 3 леміші, перший 4 та другий 6 сепарувальні конвеєри, балони-грудкоподрібнювачі 5, напрямні пальці 7,

бадиллєвідокремлювальний валик 8, виносну пальчасту гірку 9, бульбовідбійний валик 10 і вивантажувальний елеватор 11.

Плоскі леміші 3 підрізають рядки і передають їх на перший конвеєр 4. Встановлені на лемешами 3 два лопатєвих бітери (на рисунку не показані), які обертаються навколо горизонтальної осі, перпендикулярної до руху комбайна, сприяють кращому подаванню підкопаної маси на перший конвеєр 4. Щоб підкопані гряди картоплі не розсувались і не розвалювались, передбачені бокові дискові леміші 2, встановлені похило для зсування крайніх грядок до середини і спрямування маси до першого сепарувального конвеєра 4. На цьому конвеєрі відсівається основна маса ґрунту, а при проходженні решти маси між балонами-грудкоподрібнювачами 5 грудки руйнуються і маса надходить на другий сепарувальний конвеєр 6, на якому відбувається подальша сепарація домішок. При сходженні з другого конвеєра 6 бадилля пальцями 7 спрямовується в проміжок між другим конвеєром 6 і бадиллєвідокремлювальним валиком 8, які обертаються назустріч один одному. При цьому від бадилля відриваються бульби і разом з домішками потрапляють на пальчасту гірку 9, а бадилля виносяться вниз під комбайн на зібране поле. На гірці 9 домішки ґрунту і рослин виносяться на зібране поле, а бульби по пальцях скочуються вниз на вивантажувальний елеватор 11 і подаються в кузов транспортного засобу, що рухається поряд з комбайном. Щоб бульби не виносилися разом з домішками за межі машини, над пальчастою гіркою 9 встановлено бульбовідбійний валик 10, який обертається назустріч руху полотна гірки 9 та спрямовує бульби вниз.

Останнім часом на українських полях все більше появляються картоплезбиральні машини провідних світових фірм. Причіпні і самохідні картоплезбиральні комбайни різних типів і модифікацій ефективно працюють на збиранні картоплі. Так досить добре себе зарекомендували комбайни німецького виробництва фірми GRIMME, яка випускає як однорядні комбайни SE 75 для збирання урожаю на невеликих площах, так і 4-х рядні потужні

ТЕСТRON моделі 410/415 (рис. 3.7). Комбайни можуть бути як самохідні, так і причіпні.

Рисунок 3.7 – Самохідний картоплезбиральний комбайн фірми GRIMME

Рисунок 3.8 – Голландський картоплезбиральний комбайн DeWulf

Рисунок 3.9 – Польський картоплезбирач Volko

Рисунок 3.10 – Японський малогабаритний картоплезбиральний
комбайн SS-1

В чотирьохрядному комбайні використовується оригінальна система підкопу – Terra-Float. П'ять опорних коліс рухаються між гребнями землі й

виконують функції регулювання глибини, копіювання рельєфу поля, додаткового розвантаження передньої осі, бічного обмеження підкопу, а також запобігають потраплянню бадилля в зону підкопу й перешкоджають випаданню картоплі між лемішами [6]. Перевантажувальний бункер ємністю 10 т конструктивно відрізняється подовженою спереду формою, що дає можливість без втрат і пошкоджень перевантажувати картоплю в кузов.

Таким чином, світовий ринок пропонує різні моделі і комплектації картоплезбиральних машин для різних умов вирощування. Єдиний їх недолік – це відносно висока вартість. Тому в господарствах, які тільки розпочинають вирощування картоплі слід використовувати наявну техніку, яку можна удосконалити.

4 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КАРТОПЛЕКОПАЧА

Збирання картоплі є найбільш трудомістким процесом. Затрати праці складають 45-60% загальних затрат на вирощування картоплі. Специфічна важкість механізації збирання картоплі пов'язана головним чином з тим, що бульби цієї культури знаходяться під поверхнею ґрунту. Машина викопує їх разом із землею, яку потім роздрібноє і відсіває. Цей процес важкий ще й тим, що у пласті ґрунту вміст бульби за масою складає 1 - 10%. Щоб відділити 4-6 кг бульби дворядна машина повинна роздробити і відсіяти 200 кг ґрунту, крім того, ступінь можливого подрібнення і відсіювання обмежена міцністю бульб. На роботу машини впливають також розміри, маса і форма картоплиння і бульби.

Розроблено ряд економічних і продуктивних картоплезбиральних машинах, які відповідають певним агротехнічним вимогам і користуються попитом споживача, однак і ці конструкції не можна вважати повністю досконалими.

Виходячи із вище наведеного, удосконалення конструкцій існуючих картоплекопачів є актуальним.

Технологічний процес роботи проектованої конструкції (рис.4.1), як і усіх картоплезбиральних машин, ґрунтується на підкопуванні пласту з наступною його сепарацією, але у ньому є свої особливості.

Поставлена у дипломному проєкті мета досягається використанням активних грядообтискаючих котків, які забезпечують збільшення часу дії на грядку сепаруючих і грудкороздавлюючих органів. Крім того, виникла

необхідність заміни механічного приводу на гідропривід, що у кінцевому результаті позитивно вплине на якість збирання картоплі.

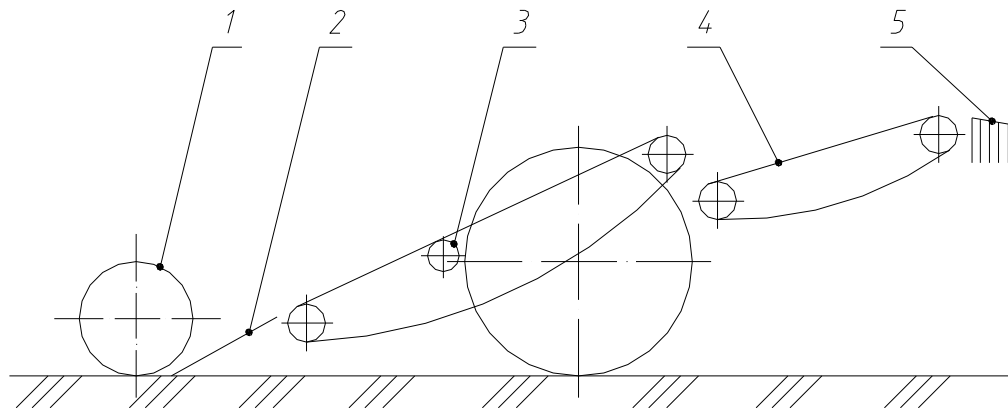


Рисунок 4.1 - Технологічна схема модернізованої машини:
1 – котки-грудкороздавлювачі, 2 – леміші, 3 – елеватор основний,
4 – елеватор каскадний, 5 – відбивачі

Картоплекопач навісний двохрядний КТН-2В призначений для викопування картоплі, часткового відділення бульб від ґрунту та укладання їх на поверхню поля для подальшого підбирання.

Картоплекопач КТН-2В можна використовувати для роботи на всіх видах ґрунтів, у тому числі і на суглинистих і важких ґрунтах при їх вологості до 27%. Також він може бути застосований на вологих торф'яниках і на ґрунтах, середньо засмічених камінням (8 – 9 т/га).

Картоплекопач працює на грядках і гребневих посадках картоплі з міжряддями 60 – 70 см. Для нормальної роботи копача необхідною є пряmolінійність рядків і дотримання необхідно величини міжрядь, що забезпечується механізованою посадкою і міжрядним обробітком.

Картоплекопач може бути використаний для збирання буряка, моркви та інших коренеплодів, які посаджені з міжряддями, які дозволяють збирати їх без пошкоджень.

Основними вузлами картоплекопача є: рама, леміші, котки-грудкороздавлювачі, елеватор основний, елеватор каскадний, опорні колеса, гідропривід.

Рама призначена для кріплення всіх вузлів копача - це просторова зварна конструкція із штампованих боковин і прокатних профілів.

Котки-грудкороздавлювачі, що йдуть спереду, перекочуються по картопляній грядці і одночасно коливаються у поздовжній площині, чим сприяють руйнуванню земельних грядок і відриванню бульб від картоплиння. Підрізаний лемішами пласт грядки поступає на основний елеватор машини. За час переходу на елеватор пласт піддається розтягуванню за рахунок різниці поступальної швидкості трактора і швидкості полотна елеватора.

На основному елеваторі частина ґрунту, яка поступила, просівається через просвіти між прутками. Для прискорення процесу просівання ґрунту робоча гілка основного елеватора зазнає вертикального струшування, яке здійснюється струшувачами еліптичної форми. Не просіяна маса ґрунту з бульбами картоплі і картоплинням з основного елеватора поступає на каскадний, який, працюючи аналогічно до основного, просіває решту ґрунту.

Регулювання глибини ходу лемішів здійснюється за допомогою верхньої тяги навісної системи трактора.

Регулювання параметрів роботи робочих органів здійснюється як з кабіни трактора при допомозі розподільника, так і на агрегаті дроселями і запобіжними клапанами.

При роботі елеватора полотна приробляються і подовжуються, у результаті чого вітки полотен провисають і можуть зачепити за брус лемішів. Необхідний натяг полотен проводять видаленням одного або кількох прутків. При сильних натягах полотен можливе обривання їх і передчасне зношування зірочок. Довжина полотна повинна бути такою, щоб забезпечувалась нормальна робота струшувачів.

Робочі параметри машини:

- ширина міжряддя збиральної картоплі – 70 см;
- кількість рядків, що одночасно збираються – 2;
- максимальна глибина підкопування – 22 см;
- продуктивність за час чистої роботи – до 0,6 га/год;
- маса машини – 500-700 кг;
- ширина захвату 1400 мм;
- дорожній просвіт 300 мм;
- радіус повороту агрегату на крайній точці – 6,2 м;
- габаритні розміри:
- довжина – 2960 мм;
- ширина – 1720 мм;
- висота – 1250 мм.

Агрегатується з тракторами класу 1,4.

Робочі режими машини:

- робоча швидкість руху – 3,5 км/год;
- транспортна швидкість – 15-20 км/год;
- лінійна швидкість полотна елеватора:
- основного – 2,4 м/с;
- каскадного – 2,3 м/с;
- амплітуда коливань котків-грудкороздавлювачів – 10-15 см;
- частота коливань котків – 2 - 4 с.

Характеристика основних робочих органів:

- котки-грудкороздавлювачі –
- тип - активний,
- амплітуда коливань до 120 мм;
- леміші – тип пасивні;
- елеватор основний –
- тип прутковий,
- діаметр прутків 11 мм,

- крок прутків 41,3 мм;
- швидкість полотна 0,66 - 2,88 м/с;
- елеватор каскадний –
- тип - прутковий,
- діаметр прутків 11 мм,
- крок прутків 41,3 мм;
- швидкість полотна 0,66 - 2,88 м/с;
- колеса опорні –
- тип - пневматичні,
- кількість – 2 шт.,
- колія – 1500 мм,
- розмір шин – 140 x 510мм,
- тиск повітря – 0,23 - 0,3 МПа.

Тип привода машини – гідравлічний від гідросистеми трактора.

Потужність, яка споживається картоплекопачем від гідросистеми трактора – 14 к.с.

Наявність системи автоматики і контролю:

- контроль рівня тиску і температури масла у гідросистемі;
- автоматичне регулювання глибини підкопування пласта;
- регулювання маси вороху на основному елеваторі;
- контроль за робочими решетами агрегату.

Експлуатаційні параметри:

- термін служби – 7 років із заміною деталей, що швидко зношуються;
- затрати на технічний огляд не більше 20 люд/год;
- кількість обслуговуючого персоналу – 1 люд.

Соціальні і естетичні вимоги – забезпечення нешкідливих умов роботи механізатора, належний зовнішній вигляд машин і т.п.

5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕКОПАЧА

5.1 Розрахунок геометричних параметрів котків грудкороздавлювачів

Розроблена у дипломному проєкті конструкція вібраційного котка-грунтороздавлювача показана на рис. 5.2 і у графічній частині проєкту.

Проведемо конструктивний розрахунок пропонованого удосконалення.

Із умов намотування картоплиння на коток визначаємо менший (внутрішній) діаметр котка d_K (рис. 5.1) за формулою

$$d_K = l_b / \pi; \quad (5.1)$$

де l_b - довжина картоплиння, максимальне значення, $l_b = 0,5 \dots 0,7$ м;

$$d_K = 0,6 / 3,14 = 0,19 \text{ м};$$

приймаємо $d_K = 0,2$ м.

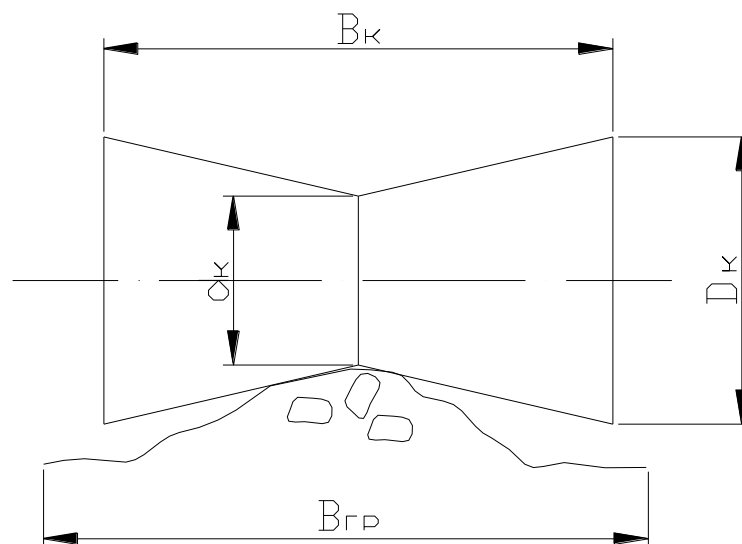


Рисунок 5.1 - Схема для розрахунку котків-грудкороздавлювачів:

1 – гряда, 2 – коток-грудкороздавлювач

Тоді

$$D_K = 0,2 + 2 \cdot 0,15 \cdot 0,52 = 0,356 \text{ м}; \quad (5.3)$$

приймаємо $D_K = 0,35$ м.

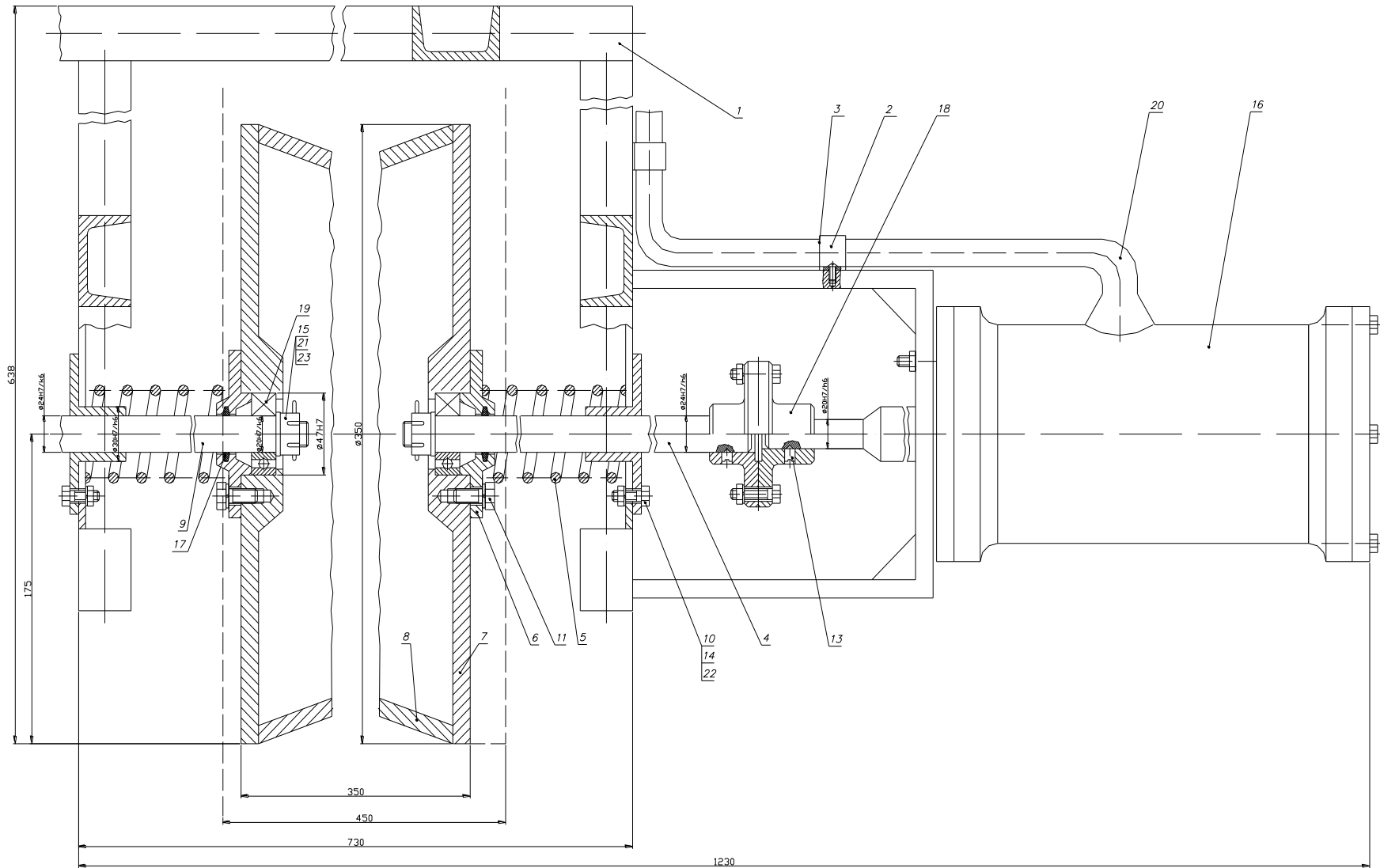


Рисунок 5.2 - Вібраційний коток-грудкороздавлювач картоплекопача КТН-2В

Із умов компоновки і максимально активної дії на земельну грядку визначаємо ширину котка за формулою:

$$B_K = B_M - B_{III}; \quad (5.3)$$

де B_M - ширина міжряддя, $B_M = 0,7$ м;

B_{III} - ширина шини трактора, $B_{III} = 0,35$ м.

Тоді

$$B_K = 0,7 - 0,35 = 0,35 \text{ м.}$$

Частоту поперечного коливання котка-грудкороздавлювача приймаємо рівною частоті коливань гідровібратора $h_R = 2...4 \text{ с}^{-1}$.

5.2 Розрахунок підкопуючого леміша

Леміш (рис. 5.3) має трапецієвидну форму, у передній частині загострений, а у задній до нього шарнірно приєднані відкидні пальці у вигляді пластин для запобігання заклинювання камінням між лемішем і елеватором; призначений для підкопування роздробленого котком-грудкороздавлювачем бульбоносного шару.

Визначаємо ширину леміша за формулою [8]

$$B_L = B_M - B_{III} + 2\Delta B_M; \quad (5.4)$$

де ΔB_M - величина, на яку збільшується ширина леміша з метою

попередження пересипання підкопаної маси пласта через краї,

$$\Delta B_M = 0,07 - 0,12 \text{ м;}$$

тоді

$$B_L = 0,7 - 0,35 + 2 \cdot 0,10 = 0,55 \text{ м.}$$

З умови ковзання підкопаної маси визначаємо кут встановлення леміша до горизонту за формулою

$$\alpha_L \leq \varphi_m; \quad (5.5)$$

де φ_m - це кут тертя ґрунту до матеріалу леміша (сталь), $\varphi_m = 24^\circ$;

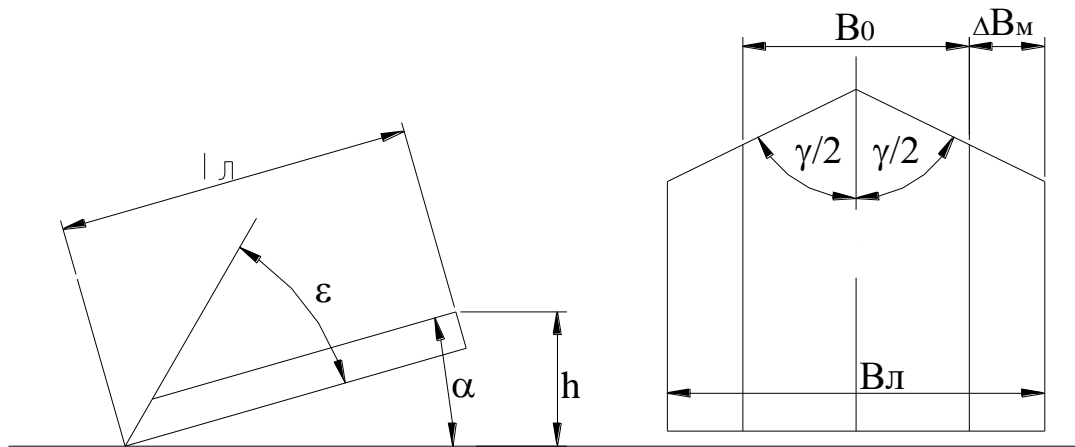


Рисунок 5.3 - Схема для розрахунку підкопуючого леміша

тобто $\alpha_{\text{Л}} \leq 24^{\circ}$.

Довжину леміша визначаємо за формулою :

$$l_{\text{Л}} = h_{\text{ГР}} / \sin \alpha_{\text{Л}}; \quad (5.6)$$

де $h_{\text{ГР}}$ - висота гряди, $h_{\text{ГР}}=0,15$ м; тоді

$$l_{\text{ГР}} = 0,15 / \sin 24^{\circ} = 0,368 \text{ м};$$

приймаємо $l_{\text{ГР}}=0,4$ м.

Кут леміша у плані приймаємо конструктивно, визначаємо із умови самоочищення леміша за формулою:

$$\frac{\pi}{2} - \frac{\gamma}{2} > \varphi_{\text{ТР}}; \quad (5.7)$$

де $\varphi_{\text{ТР}}$ - кут тертя рослинних і корневих залишків до леза леміша, $\varphi_{\text{ТР}}=40 - 50^{\circ}$.

З виразу (5.7) визначимо кут $\gamma = 90^{\circ}$.

Кут загострення леза леміша ε приймаємо аналогічно до ґрунтообробних машин, $\varepsilon=11 - 13^{\circ}$.

5.3 Розрахунок відкидних пальців

Відкидні пальці (рис. 5.4) – це пластини, які шарнірно кріпляться на леміш, і призначені для запобігання заклинювання каміння між лемешем і елеватором. Ширину пальців приймаємо залежно від розміру каміння, грудок за формулою:

$$l_{\text{ПЛ}} \geq S_{\text{max}}; \quad (5.8)$$

де S_{max} - найбільший розмір твердих грудок, каміння, які можуть бути на полі, $S_{\text{max}} = 0,06 - 0,08$ м; отже $l_{\text{ПЛ}} = 0,07$ м.

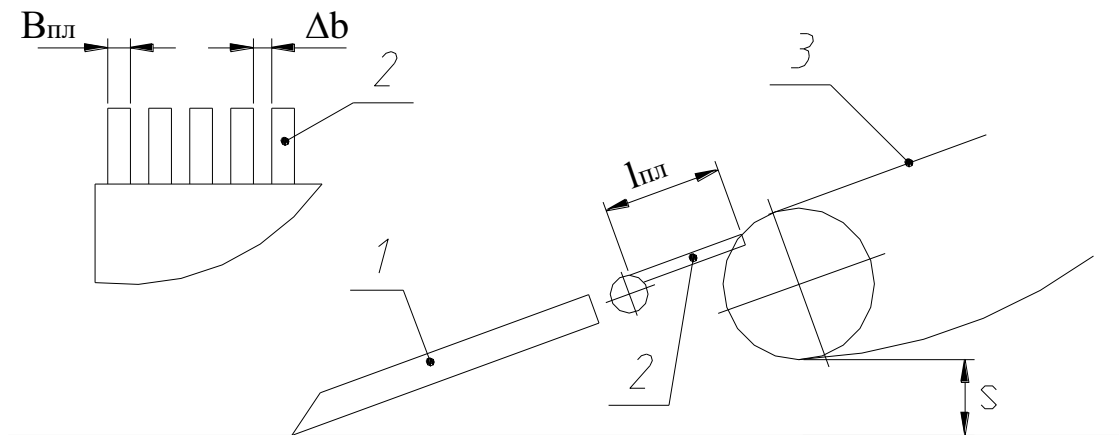


Рисунок 5.4 - Схема розрахунку відкидних пальців:

1 – леміш, 2 – відкидні пальці; 3 – прутковий елеватор

Кількість пальців визначаємо за формулою [13]

$$Z_{\text{П}} = B_{\text{Л}} / (B_{\text{ПЛ}} + \Delta b); \quad (5.9)$$

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

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

тоді

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

приймаємо $Z_{\text{П}} = 11$ шт.

5.4 Розрахунок сепаруючого елеватора

Сепаруючий елеватор пруткового типу (рис. 5.5) призначений для руйнування і сепарації підрізаного шару ґрунту; складається з привідної частини, в яку входять ведучі і ведені зірочки, підтримуючі ролики, полотно, яке складається з сталевих прутків прикріплених до сталевих штампованих ланок.

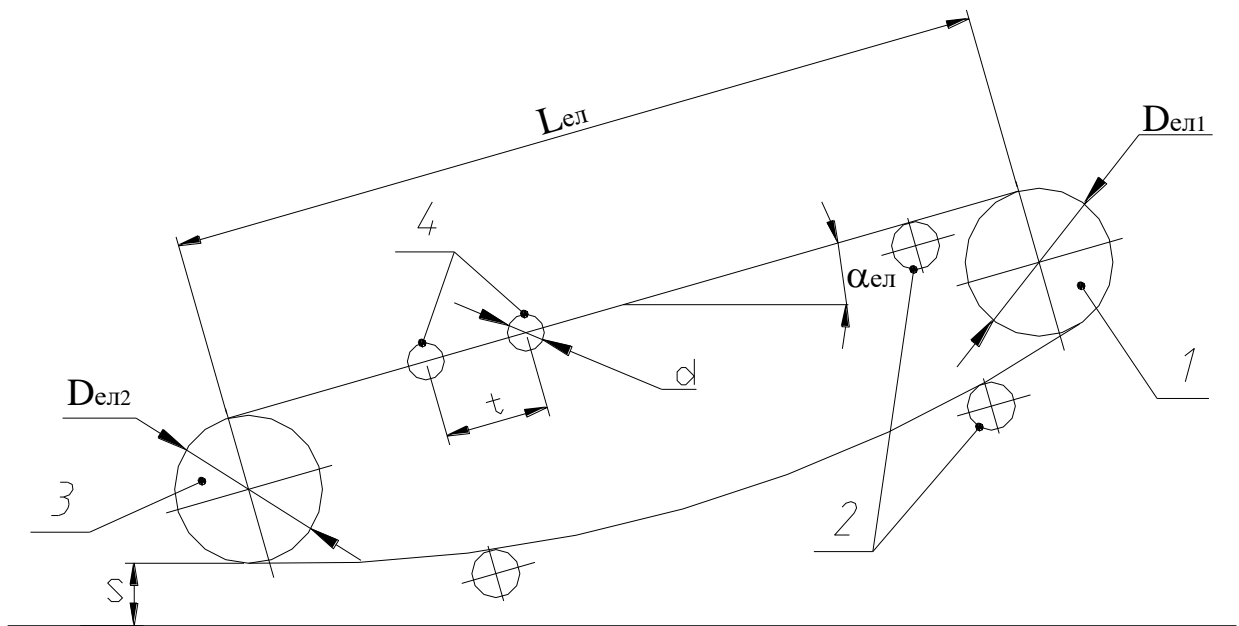


Рисунок 5.5 - Схема для розрахунку пруткового транспортера картоплекопача:

1 - ведуча зірочка; 2 - підтримуючі ролики; 3 - ведена зірочка; 4 – пруток

Розрахунок проведемо одночасно для двох елеваторів – основного і каскадного. Просвіт між прутками t і їх діаметр d визначаємо, виходячи з вимог максимально можливих втрат бульб, тобто не більше 3%, не враховуючи бульби діаметром менше 25 мм. Отже, приймаємо $t=5...15$ см; $d = 10 - 15$ см. Для зменшення пошкодження бульб картоплі краще використовувати погумовані прутки.

Ширину полотна транспортерів визначаємо за формулою:

$$B_{ЕЛ} = n \cdot B_M; \quad (5.10)$$

де n - кількість рядків, що збирається копачем, $n=2$;

тоді

$$B_{EЛ} = 2 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ м.}$$

Швидкість полотна визначаємо за формулою:

$$V_{EЛ} = (1,1 \dots 2,0) \cdot V_M \cdot K_{П}; \quad (5.11)$$

де V_M - швидкість машини: для легких ґрунтів $V_M = 1,5 - 2 \text{ м/с}$; для важких ґрунтів $V_M = 0,5 - 0,7 \text{ м/с}$;

$K_{П}$ - коефіцієнт попереднього руйнування гряди опорним котком, $K_{П} = 1,2$.

Отже,

$$V_{EЛ} = (1,1 \dots 2,0) \cdot (0,5 \dots 1,2) \cdot 1,2 = 0,66 \dots 2,88 \text{ м/с.}$$

Через великий діапазон швидкості полотна транспортера застосуємо на машині гідропривід, який дозволяє плавно її регулювати.

Швидкість першого елеватора більша, ніж швидкість другого, тому що на ньому відбувається посилена сепарація бульбоносного шару.

Отже,

$$V_{EЛ1} = 1,2 V_{EЛ2}; \quad (5.12)$$

Довжину основного елеватора визначаємо конструктивно, прийнявши її більшою за довжину каскадного:

$$L_{EЛ} = (30 \dots 50) \cdot t; \quad (5.13)$$

де t - крок ланцюга, $t = 0,038 \dots 0,041 \text{ м}$.

Тоді

$$L_{EЛ} = (30 \dots 50) (0,038 \dots 0,041) = 1,14 \dots 2,05 \text{ м.}$$

Кут нахилу основного елеватора приймаємо з умови не розвантаження купи вороху за формулою

$$\text{tg} \alpha_{EЛ1} < f; \quad (5.14)$$

де f - коефіцієнт тертя ґрунту по металу $f = 0,4$.

Отже, приймаємо для основного елеватора $\alpha_{ЕЛ1} < 20^{\circ}$.

Для каскадного елеватора кут нахилу визначаємо за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha_{ЕЛ2} < \operatorname{tg} \psi; \quad (5.15)$$

де ψ - кут тертя скочування бульб і грудок по поверхні елеватора, $\psi = 10 - 15^{\circ}$; тоді $\alpha_{ЕЛ2} < 10 - 15^{\circ}$.

5.5 Розрахунок еліптичного активізатора

Активізатори встановлюються на пруткових транспортерах і використовуються для покращення сепарації, вони є різної форми і розмірів. У даному випадку застосуємо еліптичний активізатор (рис. 5.6).

Розміри активізатора визначимо використовуючи формулу [13]

$$V_{ЕЛ} = \sqrt{\frac{g \cdot a}{(1 + k_E^2)}}; \quad (5.16)$$

де g - прискорення вільного падіння, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

a - велика піввісь еліпса;

k_E - коефіцієнт форми еліпса, $k_E = 0,6 - 0,7$.

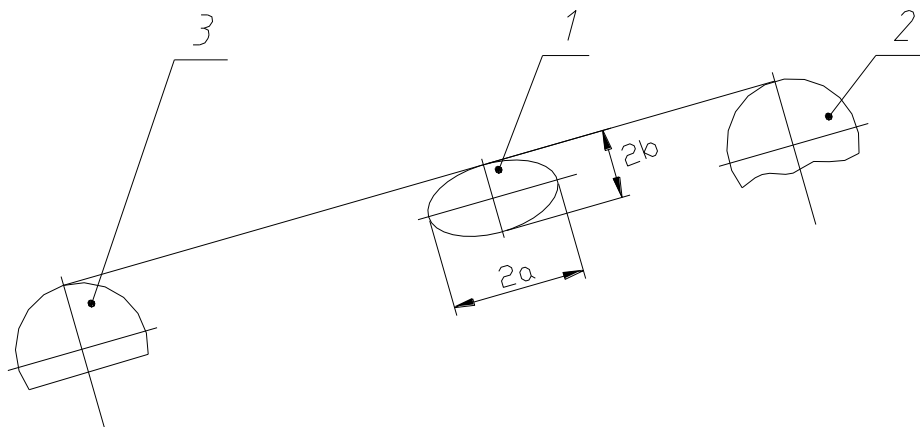


Рисунок 5.6 - Схема для розрахунку еліптичного активізатора:

1 – активізатор, 2 – ведуча зірочка, 3 – ведена зірочка

З рівняння (7.16) визначимо

$$a = \frac{V_{EL}(1+k_E^2)}{g} = \frac{2^2 \cdot (1+0,65^2)}{9,8} = 0,58 \text{ м}; \quad (5.17)$$

Тоді менша піввісь еліпса

$$b = k_E \cdot a = 0,65 \cdot 0,58 = 0,37 \text{ м.}$$

5.6 Розрахунок деталей картоплекопача на міцність

При розрахунку даної конструкції на міцність проведемо розрахунок приводу котків-грудкороздавлювачів.

5.6.1 Розрахунок болтів муфти

Приймаємо болти нормальної точності, виготовлені із сталі Ст.3. Болти встановлені із попереднім затягуванням, можливе також наступне затягування болтів при робочому режимі. Вважаємо, що всі болти навантажені однаково. Зовнішня сила, яка припадає на один болт визначається за формулою:

$$F_{BL} = F_{B3} / z; \quad (5.18)$$

де F_{B3} - зовнішня сила, яка діє на болтове з'єднання, $F_{B3} = 2000 \text{ Н}$;

z - кількість болтів, $z = 2$ шт.

Тоді

$$F_{BL} = 2000 / 2 = 1000 \text{ Н.}$$

Визначаємо осьову силу, яка розтягує болт, тобто силу, що діє на нього після попереднього затягування зовнішньою силою за формулою:

$$F_a = (K_B(1-\chi) + \chi) \cdot F_1; \quad (5.19)$$

де K_B - коефіцієнт затягування болта, $K_B = 3$;

χ - коефіцієнт зовнішнього навантаження, $\chi = 0,5$.

Тоді

$$F_a = (3 \cdot (1 - 0,5) + 0,5) \cdot 1000 = 2000 \text{ Н.}$$

Визначаємо допустиме напруження на розтяг матеріалу болта за формулою:

$$[\sigma_p] = \sigma_T / [s]; \quad (5.20)$$

де σ_T - межа текучості, для сталі Ст.3 $\sigma_T = 220$ МПа;

$[s]$ - коефіцієнт запасу міцності, $[s] = 3$.

Тоді

$$[\sigma_p] = 220/3 = 73,3 \text{ МПа.}$$

Внутрішній діаметр різьби болта визначимо за формулою:

$$d_1 = 1,3 \cdot \sqrt{F_a / [\sigma_p]}; \quad (5.21)$$

підставивши числові дані, отримаємо

$$d_1 = 1,3 \cdot \sqrt{2000 / (73,3 \cdot 10^6)} = 0,0052 \text{ м.}$$

Згідно СТ СЄВ 181-76 приймемо болти з різьбою М6, внутрішній діаметр якого $d_1 = 5,4$ мм.

5.6.2 Розрахунок гвинтової циліндричної пружини

Пружину виготовляють із пружинного сталюого дроту 1-го класу згідно ГОСТ 9889-60 гарячим способом.

Для розрахунку пружини на міцність розглянемо силові фактори, що діють у перерізі витка, навантаженого зовнішньою силою (рис. 5.7). З умови рівноваги нижньої частини пружини визначаємо, що у довільному перерізі витка діють крутний момент T і поперечна сила F , які викликають відповідно кручення та зріз витка. Нехтуючи кутом підйому витків, який для більшості пружин розтягу та стиску менший ніж $10\text{—}12^\circ$, а також напруженнями зрізу від поперечної сили, напруження кручення витків пружини визначають за виразом:

$$\tau = \frac{T \cdot K}{W_p} = \frac{8 \cdot F \cdot D \cdot K}{(\pi \cdot d^3)} \leq [\tau]; \quad (5.22)$$

де K – коефіцієнт впливу кривизни витків, який вибирають залежно від індексу C пружини із співвідношення

$$K = 1 + 1,4/c; \quad (5.23)$$

при $c = 8$ коефіцієнт впливу $K = 1,17$;

W_P – полярний момент опору перерізу витка, $W_P = \pi d^3/16$;

D – середній діаметр пружини;

d – діаметр дроту пружини;

F – поперечна сила буде рівна $F = 1,3 \cdot F_1 = 1,3 \cdot 1000 = 1300 \text{ Н}$;

$[\tau]$ – допустиме напруження на кручення для матеріалу пружини,

$[\tau] = 500 \text{ МПа}$.

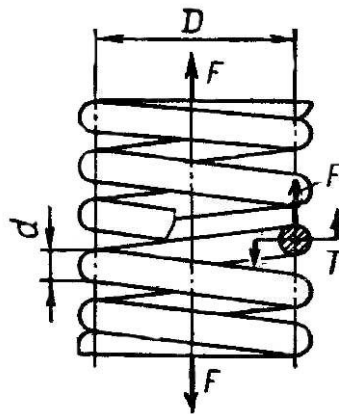


Рисунок 5.7 - Навантаження витків пружини розтягу

Допустимі напруження для пружин залежать від матеріалу пружини, характеру зміни навантаження та ступеня відповідальності пружини. Циліндричні гвинтові пружини відповідального призначення виготовляють здебільшого з дроту підвищеної та високої міцності. Для таких статично навантажених пружин допустимі напруження: при розрахунку витків на кручення $[\tau]_c = 0,5\sigma_s$; при розрахунку на згин $[\sigma]_c = 0,5\sigma_s$ [13].

Потрібний діаметр дроту пружини із умови (5.22) визначають за формулою:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F \cdot D \cdot K}{\pi [\tau]}}. \quad (5.24)$$

Якщо в умові (5.24) врахувати, що $D/d=c$, то формулу для визначення діаметра дроту пружини можна записати у вигляді

$$d \geq 1,6 \cdot \sqrt{\frac{F \cdot K \cdot c}{[\tau]}}; \quad (5.25)$$

підставивши числові дані, отримаємо

$$d = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{1300 \cdot 1,17 \cdot 8}{500}} = 5,72 \text{ мм};$$

приймаємо, $d = 6 \text{ мм}$.

Середній діаметр пружини визначаємо за формулою:

$$D = c \cdot d. \quad (5.26)$$

Отримаємо, що

$$D = 8 \cdot 6 = 48 \text{ мм}.$$

Зовнішній діаметр пружини визначаємо за формулою:

$$D_3 = D + d. \quad (5.27)$$

Підставивши числові дані, отримаємо

$$D_3 = 48 + 6 = 52 \text{ мм}.$$

Жорсткість пружини визначимо за формулою:

$$C = \frac{F - F_2}{h}; \quad (5.28)$$

де F_2 - сила пружини при попередній деформації, $F_2 = 100 \text{ Н}$;

h - робочий хід пружини, $h = 100 \text{ мм}$.

Тоді

$$C = \frac{1000 - 100}{100} = 9 \text{ Н/мм}.$$

Визначимо жорсткість одного витка пружини за формулою:

$$C_1 = \frac{10^4 \cdot d}{C^3}; \quad (5.29)$$

підставивши числові значення, отримаємо

$$C_1 = \frac{10^4 \cdot 6}{9^3} = 117.$$

Визначаємо число робочих витків пружини за формулою:

$$n = C_1 / C; \quad (5.30)$$

отримаємо, що

$$n = 117 / 9 = 13.$$

Визначаємо максимальну деформацію пружини за формулою:

$$\lambda = F / C; \quad (5.31)$$

підставивши дані, отримаємо

$$\lambda = 1300 / 9 = 144 \text{ мм.}$$

Визначимо найбільший прогин одного витка пружини за формулою

$$\lambda_1 = \lambda / n; \quad (5.32)$$

отже,

$$\lambda_1 = 144 / 13 \approx 11 \text{ мм.}$$

Повне число витків визначимо за формулою:

$$n_{II} = n + n_2; \quad (5.33)$$

де n_2 - число опорних витків, $n_2 = 1, 5 \dots 2$ [5].

Тоді

$$n_{II} = 13 + 2 = 15.$$

Хід пружини визначимо за формулою:

$$t = \lambda_1 + d; \quad (5.34)$$

підставивши значення, отримаємо

$$t = 11 + 6 = 17 \text{ мм.}$$

Висоту пружини при максимальній деформації визначаємо за формулою:

$$L = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d; \quad (5.35)$$

де n_3 - число зашліфованих витків, $n_3 = 2$.

Тоді

$$L = (15 + 1 - 2) \cdot 6 = 84 \text{ мм.}$$

Висоту пружини у вільному стані визначимо за формулою:

$$L_0 = L + \lambda; \quad (5.36)$$

підставивши дані, отримаємо

$$L_0 = 84 + 144 = 228 \text{ мм.}$$

Довжину розгорнутої пружини визначаємо за формулою:

$$L_p \approx 3,2 \cdot D \cdot n_{II}; \quad (5.37)$$

із врахуванням числових значень матимемо

$$L_p \approx 3,2 \cdot 48 \cdot 15 = 2304 \text{ мм.}$$

5.6.3 Розрахунок вала і перевірка підшипників

Розрахунок проміжного вала (див. графічну частину проекту) виконаємо з умови міцності на згин. Для цього будемо розрахункову схему (рис. 5.8). Відстань між опорними реакціями – 300 мм, прийнята з конструктивних міркувань. Визначаємо реакцію опор

$$\sum M_A = 0; \quad R_B \cdot 0,3 - F_r \cdot 0,15 = 0;$$

звідки

$$R_B = R_A = (1340 \cdot 0,15) / 0,3 = 670 \text{ Н.}$$

Згинальний момент у небезпечному перерізі вала, тобто у місці дії зовнішнього навантаження (F_r) буде

$$M_{\max 3\Gamma} = R_A \cdot 0,15 = 670 \cdot 0,15 = 100,5 \text{ Нм} = 0,1 \text{ кНм.}$$

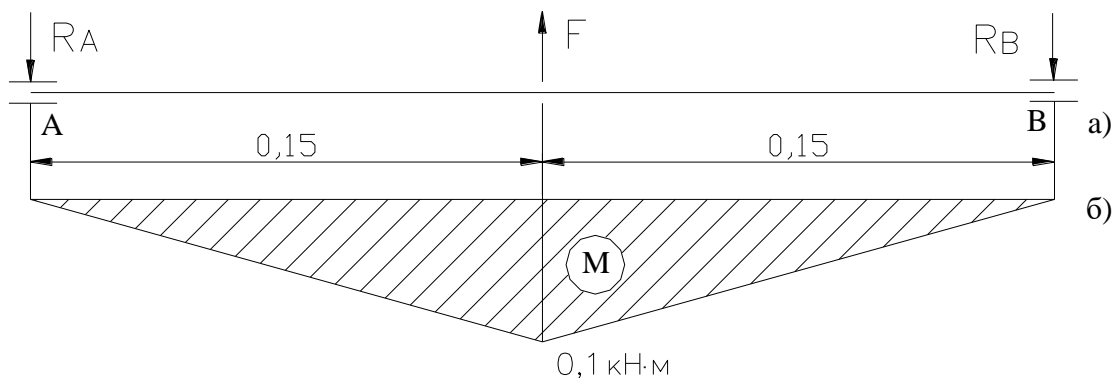


Рисунок 5.8 - Розрахункова схема вала

Матеріал вала – сталь 45. Необхідний діаметр вала визначимо з умови міцності, користуючись формулою:

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{10 M_{\max 3\Gamma}}{[\sigma_{3\Gamma}]}}; \quad (5.38)$$

де $[\sigma_{3\Gamma}]$ - допустиме напруження на згин для матеріалу вала, $[\sigma_{3\Gamma}] = 90$ МПа.

Підставивши числові дані у формулу (7.38), отримаємо

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{90}} = 22,3 \text{ мм};$$

прийmemo діаметр вала у небезпечному перерізі 25 мм.

Діаметри підшипникових шийок прийmemo з конструктивних міркувань - $d_{II} = 20$ мм.

Так як навантаження на підшипник порівняно невеликі, то вибираємо радіальні однорядні кулькові підшипники легкої серії № 204 згідно ГОСТ 8338-75, для яких статична вантажопідйомність $C_C = 6180\text{Н}$ і динамічна вантажопідйомність $C_D = 9810\text{Н}$.

Визначимо еквівалентне навантаження за формулою:

$$P_E = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_B \cdot K_T; \quad (5.39)$$

де K_T – температурний коефіцієнт, $K_T = 1$;

K_B – коефіцієнт безпеки, $K_B = 1$;

V – коефіцієнт обертання, $V = 1$;

X – коефіцієнт радіального навантаження, $X = 0,56$;

Y – коефіцієнт осевого навантаження, $Y = 1,55$;

F_r – радіальна сила, відома з попередніх розрахунків, $F_r = 1340\text{Н}$;

F_a – осьова сила, відома з попередніх розрахунків, $F_a = 2000\text{Н}$.

Підставивши числові дані у формулу (5.39), отримаємо

$$P_E = (0,56 \cdot 1 \cdot 1340 + 1,55 \cdot 2000) \cdot 1 \cdot 1 = 3850,4\text{Н}.$$

Визначаємо частоту обертання внутрішнього кільця підшипника за формулою:

$$n_{B.K} = (30w)/\pi; \quad (5.40)$$

де w - кутова швидкість обертання котка, $w = 1,58\text{ рад/с}$;

тоді

$$n_{B.K} = (30 \cdot 1,58)/3,14 = 15\text{ об/хв}.$$

Розрахункову довговічність підшипників, у млн. обертів, визначимо за формулою:

$$L_{II} = \left(\frac{C_D}{P_E} \right)^3. \quad (5.41)$$

Підставивши числові дані, отримаємо

$$L_{II} = \left(\frac{9810}{3850,4} \right)^3 = 16,54 \text{ млн.об.}$$

Розрахункову довговічність підшипників, у годинах, визначимо за формулою:

$$L_{II\Gamma} = \frac{L_{II} \cdot 10^6}{60 \cdot n_{B.K}} > R; \quad (5.42)$$

де R - необхідний ресурс роботи підшипників для даних умов, $R=15000$ год.

Враховуючи результат формул (5.41) і (5.42), отримаємо

$$L_{II\Gamma} = \frac{16,4 \cdot 10^6}{60 \cdot 15} = 18\,254 \text{ год} > R;$$

результат розрахунку задовільний.

Проведені розрахунки підтверджують доцільність запропонованого удосконалення конструкції картоплекопача КТН-2В.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Аналіз можливих небезпек і шкідливих умов при вирощуванні картоплі

Умови праці у сільськогосподарському виробництві різко відрізняються від умов роботи у промисловості і будівництві. Сільськогосподарське виробництво здійснюється на великій території і пов'язане із переміщенням на значну відстань людей, машин, матеріалів. Велику кількість різноманітних робіт виконують одні і ті ж люди у різних умовах під відкритим небом.

При обробі картоплі використовують велику кількість різноманітних машин і механізмів, включаючи самохідні, а також машинно-тракторні агрегати, які обслуговуються робітниками під час руху, що є можливою небезпекою одержання травми робітниками.

При роботі на агрегатах механізатори дихають повітрям з підвищеним вмістом пилу, що призводить до захворювань очей, органів дихання. Вдихання випарів отруйних рідин спричиняє отруєння і ряд професійних захворювань.

При роботі на агрегатах механізатори і робітники допоміжного персоналу підпадають під вплив підвищеного шуму від роботи механізмів. Шум прискорює втому людини, що викликає зниження уваги робітника на звукові попереджувальні сигнали, що може призвести до нещасних випадків.

При обслуговуванні агрегатів, їх частковому ремонті існує небезпека травмування до гострих країв лемішів, підкопуючих органів комбайнів і копачів.

При роботі з удосконаленим агрегатом КТН-2В робітники знаходяться у безпосередній близькості від рухомих частин і механізмів, тому вони повинні бути забезпечені спеціальним одягом, який добре заправлений, волосся повинно бути сховане під головним убором.

Для боротьби із шкідниками при обробітку картоплі застосовують різні отрутохімікати. Робота з такими речовинами шкідлива для здоров'я, тому до них обмежений доступ.

Використовують у сільському господарстві отруйні речовини, що мають різні ступені токсичності, яка викликає порушення життєдіяльності організму. Тому всі роботи з отрутохімікатами повинні проводитись з точною відповідністю до інструктивних матеріалів і існуючих вимог з охорони праці.

Особливу обережність також необхідно проявляти при роботі з мінеральними добривами, через небезпеку отруєння і опіків, так як добрива, їх випари і гази у більшості токсичні для людського організму.

При обробітку картоплі механізатори також працюють з паливно-мастильними матеріалами. Пальне, як і трансмісійне масло, що використовується для тракторів, автомобілів, комбайнів та інших машин і механізмів токсичне для людини, пожежонебезпечне і вибухонебезпечне.

Збирання картоплі – дуже трудомісткий процес. У випадку, якщо він проводиться копачами, то вимагає великих затрат ручної праці. Втома робітників, що збирають картоплю після викопування її копачами, залежить від чистоти бульб на виході машини.

Вдосконалення конструкції копача КТН-2В, яке виконується у даному дипломному проєкті, має на меті збільшити чистоту бульб на виході з нього, що забезпечується введенням додаткової дії на грядку і покращенням сепарації бульбоносного шару.

6.2 Розрахунок коефіцієнта безпеки вдосконаленого картоплекопача

При розрахунку коефіцієнта безпеки вдосконаленого картоплекопача КТН-2В беремо до уваги всі операції, починаючи від зняття його із зберігання і до встановлення на зберігання. Ці операції включають:

- підвищення тиску у шинах копача до номінального;
- зняття машини з підставок;
- очищення, розконсервацію і розгерметизацію машини;

- одержання зі складу знятих з машини складових частин, механізмів і вузлів;
- транспортування машини до місця роботи;
- настроювання і регулювання машини у польових умовах;
- робота машини;
- очистка і миття машини;
- зняття складових частин та вузлів, які підлягають зберіганню на складі;
- встановлення на підставки.

Розглянемо для прикладу декілька операцій, окремо встановлюючи при цьому їх безпечність для працівників, зайнятих на цих операціях.

Першу операцію вважаємо небезпечною, так як при знятті машини з підставок можливе падіння машини із них і пошкодження верхніх і нижніх кінцівок слюсаря, який виконує дану операцію.

Очистку, розконсервацію і розгерметизацію машини вважаємо небезпечною через можливе пошкодження рук працівників до гострих предметів.

На решту операцій виконуємо аналогічний аналіз, складаємо таблицю (табл. 6.1) операцій з використання вдосконаленого копача і розраховуємо коефіцієнт безпеки.

Коефіцієнт безпеки пропонованої конструкції визначаємо за формулою:

$$K_{БЗ} = \frac{m}{n}, \quad (6.1)$$

де m - кількість безпечних операцій;

n - загальна кількість операцій.

Аналізуючи дані, наведені у таблиці 6.1, можна зробити висновок, що коефіцієнт безпеки для удосконаленої конструкції вищий ніж для існуючої.

Таблиця 6.1 - Розрахунок коефіцієнта безпеки

Перелік операцій виконуваних для картоплекопача	Безпечність конструкції	
	базової	Удосконаленої
Підвищення тиску у шинах	безпечна	Безпечна
Зняття машини з підставок	небезпечна	Небезпечна
Очистка, розконсервація і розгерметизація	небезпечна	Небезпечна
Отримання зі складу складальних частин і вузлів	безпечна	Безпечна
Регулювання і настроювання машини і її робочих органів і частин	небезпечна	Безпечна
Транспортування до місця роботи	безпечна	Безпечна
Настройка і регулювання машини у польових умовах	небезпечна	Безпечна
Робота машини	безпечна	Безпечна
Очистка і миття машини	безпечна	Безпечна
Зняття складових частин і вузлів	небезпечна	Небезпечна
Встановлення на підставки	небезпечна	Небезпечна
Всього операцій,	11	11
у тому числі		
- небезпечних	6	4
- безпечних	5	7
Коефіцієнт безпеки	$K_{БЗ} = \frac{5}{11} = 0,45$	$K_{БЗ} = \frac{7}{11} = 0,63$

6.3 Техніка безпеки при роботі на вдосконаленому картоплезбиральному агрегаті

Строге виконання приведених нижче правил техніки безпеки обов'язкове для всіх обслуговуючих картоплезбиральний агрегат.

До управління агрегатом допускаються тільки механізатори, що пройшли спеціальне навчання і не молодше 18 років.

Дотримуватися особливої обережності при установці копача в транспортне або робоче положення (при розстановці ходових коліс); при цьому користуватися підкладкою у вигляді дерев'яного бруска або козлами під швелер осі.

Дотримуватися обережності при зчепленні копача з трактором.

Тракторист повинен пускати агрегат в роботу тільки по сигналу.

Сигнал про включення машини подається тільки старшим по агрегату — комбайнером після попередження всіх працюючих на машині.

У разі потреби негайної зупинки машини сигнал подається кожним працюючим на агрегаті.

Під час роботи не дозволяється знаходитися попереду трактора, попереду копача і з боків, де є вали, що обертаються, і зірочки.

Забороняється при роботі і транспортуванні комбайна на ходу сідати в трактор і комбайн або сходити з трактора і комбайна. Забороняється знаходитися поблизу карданного валу при його обертанні.

Тракторист, що транспортує копач трактором, повинен стежити за тим, щоб не було самовимкнення ВВП як на ходу трактора, так і на місці, не робити крутих поворотів агрегату.

Забороняється змащувати і очищати копач під час його роботи в полі, а також при роботі копача при тимчасовій зупинці.

Очищення копача виконувати при повній зупинці роботи агрегату, при заглушеному двигуні трактора.

Під час проведення робіт по технічному обслуговуванню і ремонту копача трактор повинен бути заглушений або відчеплений.

При підтягуванні муфт, які пробуксовують, не стояти проти кінця валу а стояти збоку.

Забороняється працювати без запобіжних кожухів і огорож карданних, зубчатих і ланцюгових передач.

Одяг у тракториста і обслуговуючого персоналу не повинен мати довгих звисаючих частин і кінців. При роботі рекомендується перев'язувати кінці рукавів, працювати тільки в застебнутому, ретельно заправленому одязі і в головному уборі.

При роботі в суху вітряну погоду обслуговуючий персонал повинен носити пилезахисні окуляри. В період сильної запиленості при роботі агрегату користуватися засобами індивідуального захисту від пилу.

Під час роботи машини присутність сторонніх осіб на тракторі або в безпосередній близькості від нього забороняється.

При збиранні (розбиранні) копача дотримуватися особливої обережності при підйомі (опусканні) відкидної частини. Категорично забороняється при підйомі (опусканні) знаходитися під відкидною частиною бункера. Збирання (розбирання) повинно виконуватися не менше ніж 2-ма робітниками. Чистик кріпити на гачку майданчика комбайнера.

Забороняється транспортування копача трактором без габаритних знаків і з несправними гальмами.

Перегін агрегату по дорогах загального користування виконується відповідно до «Правил дорожнього руху»

Забороняється транспортування копача в темний час доби і в інших умовах недостатньої видимості.

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Збирання картоплі – один із найбільш трудомістких процесів при обробітку цієї цінної сільськогосподарської культури. Зібрати картоплю з поля за короткий період і без варіант – завдання першочергової ваги.

У даному дипломному проєкті удосконалюється серійний картоплекопач КТН-2В для роботи у кліматичній зоні Степу з важкими суглинистими чорноземами.

Тип машини – картоплезбиральна. Цільове призначення машини – викопування картоплі на важких ґрунтах (при вологості не більше 27%, не засмічених камінням, при твердості ґрунту до 8 Н/см²), часткове відокремлення бульби від землі і укладання їх на поверхню поля для подальшого їх підбирання.

Економічну оцінку удосконаленої машини проведемо порівняно із серійною машиною, вихідні дані для розрахунку наведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для розрахунку

Назва параметра	Значення показника	
	базової машини КТН-2В	удосконаленої машини КТН-2ВМ
Маса, m , кг	730	540
Ширина захвату, B , м	1,4	1,4
Робоча швидкість, V , км/год	2 - 4,4	3 - 5
Вартість, B_M , грн	35000	37500
Агрегатується	МТЗ-80	МТЗ-80

Визначаємо продуктивність W , га/год, агрегату за формулою:

$$W = 0,1B \cdot V ; \quad (7.1)$$

де B - ширина захвату машини, $B=1,4$ м;

V - робоча швидкість машини, км/год.

Підставивши у формулу (7.1) значення, отримаємо:

- для базового копача

$$W_B = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 3,2 = 0,45 \text{ га/год};$$

- для проектованого

$$W_{\Pi} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 4,5 = 0,63 \text{ га/год}.$$

Визначимо продуктивність машини за зміну, користуючись формулою

$$W_{3M} = W \cdot \tau; \quad (7.2)$$

де τ - час зміни, $\tau = 7$ год.

Визначимо для

- базової машини

$$W_{3M.B} = 0,45 \cdot 7 = 3,15 \text{ га/зміну};$$

- проектованої машини

$$W_{3M.\Pi} = 0,63 \cdot 7 = 4,41 \text{ га/зміну}.$$

Енергомiсткiсть $F_{(ГА)}$ операції визначаємо за формулою:

$$F_{(ГА)} = N/W; \quad (7.3)$$

де N - потужність двигуна трактора, $N = 59$ кВт.

Визначимо для

- базової конструкції

$$F_{(ГА)B} = 59/0,45 = 130,7 \text{ кВт}\cdot\text{год/га};$$

- проектованої

$$F_{(ГА)\Pi} = 59/0,63 = 93,65 \text{ кВт}\cdot\text{год/га}.$$

Енергомiсткiсть, приведена до 1 центнера продукцiї, визначаемо за формулою:

$$F_{(ц)} = \frac{N}{W \cdot U} = \frac{F_{(ГА)}}{U}; \quad (7.4)$$

де U - урожайнiсть, $U = 170$ ц/га.

Тодi

- для базової машини

$$F_{(ц)} = \frac{130,7}{170} = 0,768 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{ц};$$

- для проектованої

$$F_{(ц)} = \frac{93,65}{170} = 0,55 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{ц}.$$

Матерiаломiсткiсть операцiї визначаемо за формулою:

$$M_{(ГА)} = M/W_{3M}; \quad (7.5)$$

де M - маса машини, кг.

Тодi для

- базової машини

$$M_{(ГА)Б} = 730/3,15 = 231,74 \text{ кг}/\text{га};$$

- для проектованої машини

$$M_{(ГА)П} = 540/4,41 = 122,45 \text{ кг}/\text{га}.$$

Матерiаломiсткiсть операцiї, приведена до 1 (одного) центнера продукцiї, визначимо за формулою:

$$M_{(ц)} = \frac{M}{W_{3M} \cdot U} = \frac{M_{(ГА)}}{U}. \quad (7.6)$$

Відповідно

- для базового агрегату

$$M_{(ц)Б} = 231,74/170 = 1,36 \text{ кг/ц};$$

- для проектового

$$M_{(ц)П} = 122,45/170 = 0,72 \text{ кг/ц}.$$

Енергонасиченість E агрегату визначаємо за формулою:

$$E = N/W. \quad (7.7)$$

Відповідно для агрегатів:

- базового

$$E_B = 59/730 = 0,08 \text{ кВт/га};$$

- проектового

$$E_P = 59/540 = 0,09 \text{ кВт/га}.$$

Затрати праці визначаємо за формулою:

$$T_O = T/W. \quad (7.8)$$

Відповідно

- для базового агрегату

$$T_{OB} = 1/0,45 = 2,22 \text{ люд}\cdot\text{год/га};$$

- для проектового

$$T_{OP} = 1/0,63 = 1,59 \text{ люд}\cdot\text{год/га}.$$

Трудомісткість операції, приведену до 1 (одного) центнера продукції визначаємо за формулою:

$$T_{(ц)} = \frac{T}{W \cdot U} = \frac{T_O}{U}. \quad (7.9)$$

Визначимо відповідно

- для базового агрегату

$$T_{(Ц)Б} = \frac{1}{0,45 \cdot 170} = 0,013 \text{ люд} \cdot \text{год/ц};$$

- для проектового

$$T_{(Ц)П} = \frac{1}{0,63 \cdot 170} = 0,009 \text{ люд} \cdot \text{год/ц}.$$

Зниження затрат праці буде становити:

$$T_{ОЗ} = 2,22 - 1,59 = 0,63 \text{ люд} \cdot \text{год/га}.$$

Прямі експлуатаційні витрати при викопуванні картоплі визначаються за рівнянням:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{пмм}; \quad (7.10)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями;

C_a – амортизаційні відрахування;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування машини;

$C_{пмм}$ – витрати на паливо-мастильні матеріали.

Проводимо розрахунки по кожній із складових. Оплата праці проводиться за виконану норму роботи по тарифній сітці. Викопування картоплі відноситься до складних механізованих сільськогосподарських робіт і оплата праці механізатору проводиться по 6 розряду тарифної сітки. З врахуванням збільшення мінімальної заробітної плати до 8000 грн оплата праці за зміну становить 348 грн [26].

За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C'_o = \frac{C^T}{W_{ЗМ}}, \quad (7.11)$$

де C^T - оплата праці за тарифною сіткою;

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

Для механізатора, який працює на базовому картоплекопачеві, оплата праці за 1 га зібраної площі дорівнює:

$$C'_{о.б} = \frac{348}{3,15} = 110,5 \text{ грн/га.}$$

Крім того, в господарстві на цю суму нараховується 20 % за класність механізатора (1 клас), що становить 22,1 грн/га, а також 50 % за складність збиральних робіт, що становить 55,3 грн/га. Тоді оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{о.б.н} = 110,5 + 22,1 + 55,3 = 187,9 \text{ грн/га.}$$

Резерв по соціальному страхуванню розраховується на весь фонд заробітної платні з урахуванням всіх доплат в розмірі 38 % (коефіцієнт 1,38). І загальна сума оплати праці на викопуванні картоплі і нарахуваннями визначається її загальною сумою, помноженою на коефіцієнт 1,38. При роботі базової машини загальна сума оплати праці становить:

$$C_{о.б} = 187,9 \times 1,38 = 259,3 \text{ грн/га.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки оплати праці механізатора, який працює на розробленому картоплекопачеві. Оплата праці за 1 га зібраної площі становить:

$$C'_M = \frac{348}{4,41} = 78,9 \text{ грн/га.}$$

Відповідні нарахування за класність механізатора і складність збиральних робіт становлять 15,8 і 39,4 грн/га. І оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{о.м.н} = 78,9 + 15,8 + 39,4 = 134,1 \text{ грн/га.}$$

Загальна сума оплати праці з урахуванням соціального страхування для механізатора, який працює на розробленій машині, становить:

$$C_{о.м} = 134,1 \times 1,38 = 185,1 \text{ грн/га.}$$

Визначаємо амортизаційні відрахування на машину, виходячи з норм річних відрахувань, за рівнянням:

$$C_a = \frac{S \cdot \alpha}{100D \cdot K \cdot W_{зм}}, \quad (7.12)$$

де S – ціна машини, грн.;

α - річна норма відрахувань на амортизацію машини, %;

D – кількість днів роботи за рік;

$W_{зм}$ – продуктивність машини за зміну, га;

K – коефіцієнт змінності роботи агрегату.

За нормативами річна норма відрахувань для картоплекопача становить 15 %. Тоді відрахування на амортизацію для базової машини становить:

$$C_{a.б} = \frac{35000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 3,15} = 30,9 \text{ грн/га.}$$

Відрахування на амортизацію для розробленого копача становлять:

$$C_{a.м} = \frac{37500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 4,41} = 23,6 \text{ грн/га.}$$

Затрати на ремонт та технічне обслуговування машин також визначається за нормативами, які для картоплекопача становлять 15 %. Для базового копача ці затрати становлять:

$$C_{р.б} = \frac{35000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 3,15} = 30,9 \text{ грн/га.}$$

Для розробленого копача затрати на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_{р.м} = \frac{37500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 4,41} = 23,6 \text{ грн/га.}$$

Затрати на паливо і мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{пмм} = C_k g_{га}, \quad (7.13)$$

де C_k – комплексна ціна палива і мастильних матеріалів, грн.;

$g_{га}$ – витрати палива на 1 га зібраної площі, кг/га.

Комплексна ціна 1 кг палива розраховується виходячи з нормативів витрат мастил в % до основного палива: моторне масло – 3,8 %; індустріальне масло – 0,4 %; трансмісійне масло – 0,6 %; пластичні мастила – 0,04 %. Розрахувати постійні значення комплексної ціни на сьогодні неможливо, так як ціни на ринку коливаються в залежності від економічної ситуації в країні, постачальника і т. ін. Приймаємо ціну 53,9 грн/кг.

Затрати на паливо і мастильні матеріали для базового агрегату дорівнюють:

$$C_{б.пмм} = 53,9 \times 27,15 = 1463,4 \text{ грн/га}$$

Аналогічні затрати при роботі агрегату з розробленим картоплекопачем становлять:

$$C_{м.пмм} = 53,9 \times 19,4 = 1045,7 \text{ грн/га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при викопуванні картоплі базовим картоплекопачем становлять:

$$C_б = 259,3 + 30,9 + 30,9 + 1463,4 = 1784,5 \text{ грн/га.}$$

При викопуванні картоплі розробленим копачем прямі затрати становлять:

$$C_м = 185,1 + 23,6 + 23,6 + 1045,7 = 1278,0 \text{ грн/га.}$$

Зниження прямих затрат при запровадженні нової машини становить:

$$E = C_б - C_м = 1784,5 - 1278,0 = 506,5 \text{ грн/га.} \quad (7.14)$$

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Значення показників	
	Базова машина КТН-2В	Розроблений картоплекопач
1. Продуктивність, га/год	0,45	0,63
2. Питомі витрати палива, кг/га	27,15	19,4
3. Затрати праці, люд.-год/га	2,22	1,59
4. Енергоємність, кВтгод/га	130,7	93,65
5. Прямі експлуатаційні затрати, грн/га:	1784,5	1278,0
в тому числі:- оплата праці з нарахуваннями	259,3	185,1
- амортизаційні відрахування	30,9	23,6
- затрати на ремонт і ТО	30,9	23,6
- затрати на паливо і мастила	1463,4	1045,7
6. Зниження прямих затрат, грн/га	-	506,5
7. Затрати на модернізацію, грн.	-	2500
8. Річний економічний ефект, грн.	-	20260

9. Строк окупності затрат, років	-	0,12
----------------------------------	---	------

В відсотках економічний ефект становить:

$$E_B = \frac{506,5 \cdot 100}{1784,5} = 28,4 \%$$

При використанні розробленого картоплекопача-валкоутворювача в умовах господарства на площі 40 га річний економічний ефект буде становити:

$$E_p = 506,5 \times 40 = 20260 \text{ грн.}$$

Визначені в процесі розрахунків в дипломному проекті основні економічні показники зводимо в таблицю 7.2.

Строк окупності затрат на розробку нового картоплекопача визначається рівнянням:

$$Z_o = \frac{Z_M}{E_p}, \quad (7.15)$$

де Z_M – затрати на модернізацію однієї машини;

E_p – річний економічний ефект.

Підставивши в рівняння (7.15), отримаємо:

$$Z_o = \frac{2500}{20260} = 0,12 \text{ років.}$$

Аналіз прямих затрат показує, що найбільший відсоток витрат становлять паливо і мастильні матеріали внаслідок їх високої ринкової ціни.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Фізико-механічні характеристики картоплі змінюються в залежності від сорту, умов вирощування, строків збирання і впливають на якісні показники роботи збиральних машин.

2. Основним напрямком поліпшення роботи збиральних машин є введення в конструкцію копача додаткових активних робочих органів, які більш інтенсивніше розпушують підкопаний шар ґрунту з бульбами.

3. Розроблена конструкція картоплекопача, яка дозволяє більш інтенсивніше проводити підкопування вороху і вкладати бульби на зібране поле в валок. Проведені розрахунки дозволили визначити оптимальні значення параметрів і режиму роботи копача. Виконання машини в начіпному варіанті дає всі переваги збиральному агрегату, які характерні для начіпних машин.

4. Розроблені заходи по безпечній експлуатації розробленого картоплекопача-валкоутворювача дозволяє покращити охорону праці в господарстві.

5. Економічна ефективність розробленого проекту становить 506,5 грн/га, а річний економічний ефект при впровадженні розробки в господарстві на площі 40 га становить 20260 грн. Затрати на модернізацію агрегату окупаються на протязі першого року експлуатації картоплекопача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лиса А. Україна посіла третє місце у світі за обсягом вирощування картоплі//<https://landlord.ua/news/ukraina-posila-tretie-mistse-u-sviti-za-obsiahom-vyroshchuvannia-kartopli/>.
2. Чи буде у 2023 році Україна з картоплею? <https://eastfruit.com/uk/novyny/chy-bude-u-2023-rotsi-ukrayina-z-kartopleyu/>.
3. Ситуація із захмарними цінами на картоплю у 2024-2025 МР не вирівняється - віце-президент УАВК// <https://interfax.com.ua/news/interview/972814.html>.
4. «Картоплярські» регіони звільнили від окупації: чи зможе Україна посадити «другий хліб»?//<https://agravery.com/uk/posts/show/kartoplarski-regioni-zvilnili-vid-okupacii-ci-zmoze-ukraina-posaditi-drugij-hlib>.
5. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
6. Борзенко В. Картоплекомбайни: 5 брендів//Агробізнес сьогодні. - №17 (264), вересень 2013. – с. 58 - 62.
7. Кернасюк Ю. Ринок картоплі: основні тренди //Агробізнес сьогодні. - 14 травня 2018.
8. Каленська С.М. Картопля: біологія та технологія вирощування. Монографія / С.М. Каленська, Н.В. Кнап, І.О. Федосій. https://agromage.com/stat_id.php?id=876.
9. Коденська М.Ю. Стан розвитку сільськогосподарського виробництва та концептуальні засади його інвестування// Економіка АПК.- № 5, 2004.–с. 71–78.

10. Кононученко В. Картоплярство України: стан та проблеми виробництва// Пропозиція. - № 1, 2000. – с. 36 – 37.
11. Залужний В., Думич В. Техніка для збирання картоплі// Пропозиція. - № 10, 2011. – с. 72 – 77.
12. Бондарчук А.А. Перспективи розвитку картоплярства в Україні// Агроном, №1 (лютий), 2010. – с.76 – 77.
13. Буняк М.Н. Економічна ефективність виробництва та реалізації картоплі// Вісник аграрної науки. – Лютий 2002. – с. 73 – 75.
14. Шувар І. Особливості технології вирощування картоплі// Агробізнес сьогодні. – 2011, №12 (17 червня).
15. Войтюк В.С., Гапоненко Д.Г. Сільськогосподарські машини.- К.: Урожай, 1988.- 384с.
16. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
17. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: навчальний посібник / Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
18. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
19. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С. Кобець, О.Д. Деркач, М.І. Ролдугін, В.М. Яцук, П.М. Кухаренко, А.М. Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
20. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
21. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. - Харків, Око. – 2003. – с. 375.

22. Практикум з використання машин у рослинництві/ В.Ю.Ільченко та ін.; Дніпропетр. держ. агр. ун-т.- 2002.

23. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. - 384с.

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

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

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