УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Войтік А.В.
“___” _____ 2025 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Визначення складу комплексу машин при вирощування картоплі з удосконаленням причіпного комбайна»**

Виконав: студентка 4 курсу, групи 41-ім
Спеціальність Н7
«Агроінженерія»
Кирило ВІТВІЦЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Керівник Юрій КОВАЛЬЧУК
(прізвище та ініціали)

Рецензент Катерина КОСТЕЦЬКА
(прізвище та ініціали)

Умань – 2025

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень бакалавр
Спеціальність Н7 «Агроінженерія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Войтік А.В.
“___” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Вітвіцькому Кирилу Олександровичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту «Визначення складу комплексу машин при вирощування картоплі з удосконаленням причіпного комбайна»
керівник проекту Ковальчук Ю.О., к.т.н., доцент
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
“ 01 ” квітня 20 25 р. № 01-06/63
2. Строк подання студентом проекту 01.06.2025 р.
3. Вихідні дані до проекту: звіти про виробничу діяльність господарства; виробничий процес – вирощування картоплі; технологічний процес – викопування коренеплодів; машина – КТН-2Б
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
коротка характеристика господарства і аналіз господарської діяльності; технологія виробництва картоплі; розрахунок копача; розрахунок операційної карти на викопування коренеплодів; питання охорони і безпеки праці; економічне обґрунтування проекту.
5. Перелік графічного матеріалу (4-8 слайдів):
Характеристика господарства; склад МТП; загальний вигляд сівалки; схеми розрахунків на міцність; економічні показники.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 22 вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	08.11.2024 р.	
2.	Підготовка розділу 1	15.12.2024 р.	
3.	Підготовка розділу 2	22.01.2025 р.	
4.	Підготовка розділу 3	29.03.2025 р.	
5.	Підготовка розділу 4	27.04.2025 р.	
6.	Виконання графічної частини проекту:	20.05.2025 р.	
	– Представлення проекту керівнику на перевірку	01.06.2025 р.	

Студент _____ Кирило ВІТВІЦЬКИЙ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Юрій КОВАЛЬЧУК
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ……. 4

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ……..……...……. 5
1.1. Попередники ……..…… 5
1.2. Збирання врожаю ……...…….. 7
1.3. План механізованих робіт…… 9
1.4. Операційна технологія збирання бульб ……..…… 11

Розділ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА ……..…….. 18
2.1. Визначення пропускної здатності і основних параметрів …… 20
2.2. Розрахунок вала сепаратора картоплезбиральної машини …….. 22

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ……..… 26

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ……..……. 28

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ…… 35
Список літератури……..…….. 36

ВСТУП

Картопля відіграє значну роль в економіці України та є важливим продуктом харчування для населення. Її значення можна розглянути з кількох аспектів: економічного, соціального та харчового.

Економічне значення картоплі для України

Сільськогосподарське виробництво: Україна є одним з провідних виробників картоплі в світі. Картопля займає значні площі в сільськогосподарських угіддях, особливо в західних і північних регіонах, де кліматичні умови найсприятливіші для її вирощування.

Експортний потенціал: Хоча більшість картоплі споживається всередині країни, вона також має експортний потенціал. Українська картопля експортується до сусідніх країн, що сприяє притоку валюти і зміцненню національної економіки.

Робочі місця: Вирощування, збирання, переробка і збут картоплі забезпечують робочі місця для значної частини населення, особливо в сільській місцевості. Це сприяє зменшенню безробіття та розвитку регіонів.

Вклад у ВВП: Картопля є важливою частиною аграрного сектору України, який складає значну частину валового внутрішнього продукту (ВВП) країни.

Важливість картоплі як продукту харчування

Основний продукт харчування: Картопля є одним з основних продуктів у раціоні українців. Вона є універсальною харчовою культурою, яка використовується у різних стравах і способах приготування, від пюре і вареної картоплі до картопляних запіканок і дерунів.

Багате джерело поживних речовин: Картопля містить вітаміни (особливо вітамін С і В6), мінерали (калій, магній), а також клітковину, що робить її важливим компонентом здорового харчування. Вона також є хорошим джерелом енергії завдяки високому вмісту вуглеводів.

Доступність: Картопля є відносно недорогим продуктом, що робить її доступною для широких верств населення. Це особливо важливо в умовах економічної нестабільності, коли доступність харчових продуктів стає критичною.

Гнучкість у приготуванні: Завдяки своїй універсальності, картопля є основою багатьох традиційних українських страв. Її можна легко поєднувати з іншими інгредієнтами, що дозволяє створювати різноманітні та смачні страви.

Загалом, картопля є важливою культурою як для економіки, так і для харчової безпеки України. Її вирощування сприяє розвитку аграрного сектору, забезпечує робочі місця, а також є невід'ємною частиною традиційного раціону українців.

РОЗДІЛ 1
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Картопля є однією з найважливіших сільськогосподарських культур в Україні, і її вирощування вимагає дотримання певних технологій та розуміння біологічних особливостей цієї рослини.

Біологічні особливості картоплі

Класифікація і будова: Картопля (Solanum tuberosum) належить до родини пасльонових. Це багаторічна рослина, яка в сільському господарстві вирощується як однорічна культура. Основна цінність картоплі полягає в її підземних бульбах, які є частинами стебла, а не коріння.

Фотоперіодизм і температурні вимоги: Картопля є рослиною довгого дня, тобто вона потребує більше 12 годин світла для оптимального розвитку. Оптимальна температура для росту і розвитку картоплі становить 18-22°C. Температури нижче 10°C або вище 30°C негативно впливають на ріст бульб.

Вимоги до ґрунту: Картопля найкраще росте на добре дренованих, легких ґрунтах з високим вмістом органічних речовин. Оптимальний рівень кислотності ґрунту (pH) для картоплі становить 5.5-6.5.

Технологія вирощування картоплі

Підготовка ґрунту

Оранка: Проводиться глибока оранка на глибину 25-30 см для розпушення ґрунту і знищення бур'янів. Це забезпечує хорошу аерацію і дренаж.

Культивація: Виконується для подрібнення грудок і вирівнювання поверхні ґрунту. Культивація також допомагає в знищенні бур'янів, що можуть конкурувати з картоплею за ресурси.

Вибір і підготовка насіннєвого матеріалу

Вибір сортів: Сорти картоплі вибираються залежно від кліматичних умов, стійкості до хвороб і цільового призначення (столові, технічні, кормові).

Підготовка бульб: Перед посадкою бульби пророщують при температурі близько 15-18°C у світлому місці, щоб стимулювати розвиток паростків.

Посадка

Терміни посадки: Зазвичай посадка картоплі проводиться, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 8-10°C.

Глибина і відстань посадки: Бульби розміщують на глибину 8-10 см з відстанню між рядами 70-75 см і між рослинами в ряду 25-30 см.

Догляд за посівами

Підгортання: Це важливий агротехнічний прийом, який сприяє формуванню додаткових коренів і бульб. Проводиться 2-3 рази за сезон.

Полив: Картопля потребує регулярного зволоження, особливо під час формування і росту бульб. Важливо забезпечити рівномірний розподіл вологи.

Захист від шкідників і хвороб: Використовуються хімічні засоби захисту для боротьби з колорадським жуком, фітофторозом та іншими захворюваннями. Важливо дотримуватися рекомендацій щодо застосування пестицидів.

Збирання врожаю

Терміни збирання: Картоплю збирають після того, як бадилля висохне, що свідчить про дозрівання бульб. Збирання зазвичай проводиться з серпня по жовтень.

Методи збирання: Можна використовувати ручний збір або механізовані способи з використанням комбайнів.

Вирощування картоплі вимагає ретельного дотримання технологічних операцій і обліку біологічних особливостей рослини. Це забезпечує високий врожай і якість продукції, що є важливими факторами для успішного господарювання.

1.1. Попередники

Вибір правильних попередників для картоплі є ключовим фактором, що впливає на її врожайність, якість бульб і здоров'я рослин. Хороші попередники допомагають покращити структуру ґрунту, зменшити поширення шкідників і хвороб, а також забезпечити рослини необхідними поживними речовинами.

Кращі попередники для картоплі

Бобові культури (горох, квасоля, люцерна):

Переваги: Бобові збагачують ґрунт азотом завдяки симбіозу з азотфіксуючими бактеріями. Це зменшує потребу в азотних добривах для картоплі. Крім того, бобові культури залишають після себе добре розпушений ґрунт.

Вплив на картоплю: Після бобових картопля отримує доступ до легкозасвоюваного азоту, що сприяє її активному росту і розвитку.

Злакові культури (овес, ячмінь, жито):

Переваги: Злаки сприяють поліпшенню структури ґрунту і зменшують ризик ерозії. Вони також допомагають зменшити кількість бур'янів і шкідників, специфічних для картоплі.

Вплив на картоплю: Вирощування картоплі після злакових культур знижує ризик зараження хворобами, такими як фітофтороз, завдяки зменшенню інфекційного фону.

Трави (конюшина, багаторічні трави):

Переваги: Трави покращують органічний склад ґрунту і сприяють його структуризації, а також збагачують ґрунт поживними речовинами.

Вплив на картоплю: Після трав картопля росте на ґрунті, збагаченому органічними речовинами, що забезпечує їй кращі умови для розвитку.

Менш бажані попередники

Соняшник і ріпак:

Такі культури можуть залишати в ґрунті речовини, які негативно впливають на картоплю, і сприяти розвитку спільних шкідників і хвороб.

Інші пасльонові культури (томати, баклажани, перець):

Вирощування картоплі після пасльонових може призвести до накопичення специфічних для цих культур патогенів, таких як фітофтороз і нематоди.

Вибір правильних попередників для картоплі є стратегічним рішенням, яке може значно підвищити ефективність вирощування цієї культури. Планування сівозміни з урахуванням біологічних особливостей картоплі і її взаємодії з іншими культурами допомагає забезпечити стабільні врожаї і поліпшити економічну ефективність агровиробництва.

1.2. Збирання

Сучасні методи збору та зберігання картоплі враховують новітні технології та адаптацію до кліматичних умов, щоб забезпечити максимальну ефективність і високу якість продукції. Цей процес включає різні етапи, від збору до зберігання, кожен з яких відіграє ключову роль у забезпеченні збереження картоплі.

Збирання картоплі

Рання картопля: Збір ранньої картоплі здійснюється на стадії, коли бадилля ще зелене, що свідчить про технічну стиглість бульб. Перед початком збирання бадилля скошують за допомогою сучасних кормозбиральних машин, таких як КСГ-Ф70 або КСК-100А, після чого отриману масу силосують. Бульби підбираються вручну після застосування картоплекопачів, що дозволяє зберегти їх цілісність.

Середньостиглі та пізньостиглі сорти: Збирання цих сортів розпочинається на початку відмирання бадилля, що є сигналом для аграріїв. Важливо завершити збирання за 20-25 днів до настання стабільної середньодобової температури 7 °С, оскільки при нижчих температурах підвищується ризик пошкодження бульб, що може негативно вплинути на їх якість і збереження.

Підготовка до збирання: За 10-15 днів до збору насінної картоплі та за 3-6 днів до збору товарної, бадилля скошують на висоті 8-10 см для копачів або на 18-20 см для комбайнів. Залишки бадилля обробляють хлоратом магнію або

реглоном, що сприяє прискоренню дозрівання бульб і затвердінню їх шкірки, знижуючи вразливість до хвороб.

Обробка міжрядь: На важких ґрунтах за 3-4 дні до збору міжряддя розпушують культиваторами з долотами на глибину 14-16 см. Це покращує роботу комбайнів, оскільки розпушений ґрунт легше обробляється, що знижує втрати і пошкодження бульб.

Особливі умови: У роки з надмірним зволоженням і низькими температурами, коли затягується вегетація рослин, проводять спеціальну обробку – сенікацію бадилля. Для цього використовують настій суперфосфату з гербіцидом і фунгіцидом, що допомагає рослинам швидше завершити вегетаційний період.

Технології збирання

Пряме комбайнування: Цей метод використовується на чистих площах із легкими і середніми ґрунтами. Завдяки ньому вдається мінімізувати втрати та пошкодження бульб, що не перевищують 3% від загального урожаю.

Комбіноване збирання: Використовують копачі-валкоутворювачі, які викопують картоплю з двох рядків і укладають її в міжряддя. Потім збір продовжують комбайнами, що дозволяє ефективно обробляти великі площі.

Роздільне збирання: Застосовується на вологих ґрунтах. Бульби викопують копачами-валкоутворювачами і залишають у валках для подальшого підбирання комбайнами. Це забезпечує збереження якості картоплі навіть у складних умовах.

Зберігання картоплі

Потокове та потоково-перевалочне зберігання: Потокове зберігання передбачає негайне транспортування бульб на сортувальні пункти, де їх розподіляють на фракції. При потоково-перевалочному зберіганні картоплю тимчасово зберігають під солом'яним покриттям, забезпечуючи її охолодження перед сортуванням.

Дезінфекція та підготовка сховищ: Картоплесховища дезінфікують формаліном або обкурюють сіркою, а також білять вапном з додаванням мідного купоросу. Це запобігає поширенню хвороб під час зберігання.

Спеціалізовані сховища: Картоплю зберігають у спеціалізованих сховищах, де підтримується температура 1,5-5 °С і вологість повітря 90-95%. Кожен сорт зберігається окремо, особливо насінна картопля, щоб уникнути змішування різних партій.

Кагати: Організовуються на підвищеннях з хорошою вентиляцією, підтримуючи температуру 2-4 °С. Картоплю для літнього садіння зберігають у траншеях, стежачи за температурою, щоб уникнути самозігрівання.

Ці сучасні методи забезпечують максимальну збереженість якості картоплі та мінімізацію втрат під час збору і зберігання, сприяючи підвищенню ефективності агропромислового сектора. Це дозволяє виробникам зберігати високий рівень урожайності та якості продукції, що є ключовим для економічної стабільності і розвитку сільського господарства України.

1.3. План механізованих робіт

Визначення необхідної кількості тракторів і узгодження по вирощуванню різних культур здійснюється за допомогою зразків завантаження. Графік завантаження тракторів базується на основі плану механізованих робіт.

Після корегування можна зробити висновки, що досягнутий раціональний склад тракторного парку для виконання с.-г. робіт. Для виробництва гороху на площі 240 га, згідно графіків завантаження, необхідно мати такий склад тракторного парку: ХТЗ-17021 – 2 шт., МТЗ-82 – 5 шт., Fendt 930 – 2 шт.

Загальну кількість с.г. машин за марками найбільш доцільно визначати на основі побудови лінійного графіка.

Під час вирощування с.-г. культур необхідно виконувати транспортні операції для обслуговування збиральних, посівних і ін. агрегатів. Для перевезення коренеплодів використовують самоскиди, а також, при їх відсутності, можна використовувати тракторно-транспортні агрегати у складі одного або кількох причепів.

За головний критерій вибору транспортного засобу беремо максимальну продуктивність та мінімальну собівартість.

Розрахуємо потреби в транспортних засобах для перевезення картоплі із поля на сортувальний пункт транспортним засобом САЗ-3507.

Час завантаження автомобіля САЗ-3507:

$$t_{зав} = \frac{60 \cdot Q_{гн}}{A_{год}} = \frac{60 \cdot 4}{20} = 12 \text{ хв} \quad (1.1)$$

де: $Q_{гн}$ – номінальна вантажопід'ємність автомобіля (8 т),т;

$A_{год}$ – годинна продуктивність навантажувача, т/год.

Тривалість рейсу автомобіля підраховують за рівнянням:

$$t_ц = t_{рух} + t_{зав} + t_{зв} + t_{роз} \quad (1.2)$$

де: $t_{рух}$ – час руху з вантажем і без нього, хв;

$t_{зав}$ – час завантаження, хв.

$t_{зв}$ – час зважування, хв;

$t_{роз}$ – час розвантаження, хв.

Час руху визначають:

$$t_{рух} = \frac{У \cdot li}{Vт \cdot An} = \frac{60 \cdot 2,5}{40 \cdot 0,5} = 7,5 \text{ хв} \quad (1.3)$$

де: l_i – довжина їздки (відстань перевезень – табл. 2.1), км;

$v_т$ – розрахункова швидкість, км/год (40 км/год – для ґрунтових доріг);

$A_п$ – коефіцієнт використання пробігу автомобіля, $A_п = 0,5$.

Час на розвантаження $t_{роз} = 4,5$ хв [2] на кожний автомобіль.

Тривалість циклу:

$$t_ц = 7,5+12+4,5+2=26 \text{ хв.}$$

Кількість автомобілів необхідних для перевезення картоплі підраховуємо за виразом:

$$m_a = \frac{tц}{tзав} = \frac{26}{12} = 2,2 \text{ маш.} \quad (1.4)$$

де: $t_{зав}$ – час завантаження (час циклу навантажувача),хв.

Витрати пального при використання автомобіля САЗ-3507 знаходимо згідно загального пробігу та обсягу робіт (т/км).

Обсяг робіт складає:

$$A_{т.км} = Ql_i = 3000 \cdot 2,5 = 7500 \text{ т.км} \quad (1.5)$$

де: Q – кількість бульб, яку необхідно перевезти, т.

Кількість рейсів:

$$n = \frac{A \text{ т.км}}{Qгн * li} = \frac{7500}{4 \cdot 2,5} = 750 \text{ рейсів} \quad (1.6)$$

Загальний пробіг автомобілів:

$$S = 2l_i \cdot n = 2 \cdot 2,5 \cdot 750 = 3750 \text{ км.} \quad (1.7)$$

Визначаємо нормативну витрату пального на 100 км пробігу:

$$G_н = 25 \text{ л.} \quad (1.8)$$

де: $G_н$ – нормативна витрата на 100 км пробігу, л;

Загальні витрати пального:

$$Q_{заг} = \left(\frac{Gн \cdot S}{100} + q_1 \frac{Ат.км \cdot}{100}\right) \cdot \rho = \left(\frac{25 \cdot 3750}{100} + \frac{16 \cdot 7500}{100}\right) \cdot 0,88 = 1881 \text{ кг.} \quad (1.9)$$

де: q_1 – норма витрати пального на 100 т.км для автомобіля з дизельним двигуном ($q_1 = 16$ л), л;

ρ – щільність (питома вага) дизельного палива, кг/л (ρ=0,88).

Склад сільськогосподарських машин визначаємо на підставі плану механізованих робіт (табл. 1.1) і для виробництва гороху на площі 240 га приведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – **Склад сільськогосподарських машин**

№	Сільськогосподарські машини	Марка	Кількість
1.	Культиватори	Horsch Tiger MT 5 АПОГ-6 КРН-5,6	2 1 1
2.	Саджалка	КСМ-4А	4
3.	Плуг	ППО-5-35	2
4.	Машини для внесення добрив: Мінеральних Органічних	 МВУ-8Б ПРТ-10	 1 1
5.	Обприскувачі	ОП-2000	1
6.	Косарка-подрібнювач	КИР-1,5Б	2
7.	Копач	КПК-2	3
8.	Автомобілі	САЗ-3507	3

1.4. Операційна технологія збирання бульб

Технологічний процес збирання картоплі включає наступні основні операції:

- підкопування (викопування) пласта грунту з кущами картоплі;
- сепарацію підкопаної маси, тобто відділення бульб від грунту і гички, видалення каміння, рослинних і інших домішок;
- збирання і навантаження бульб в тару або транспортні засоби;
- перебирання і сортування бульб на фракції (дрібну, середню і велику).

Перед збиранням велику гичку необхідно видаляти. Це проводиться механічним (скошування, подрібнення) або хімічним способом за 1-10 днів до збирання гички.

При механічному способі для скошування використовується спеціальна гичкозбиральна машина УБД-3А або КИР-1,5Б, які збирають подрібнену гичку в

бункер для наступного використання на відгодівлі тварин, або її висипають на зібраних ділянках. При подрібненні використовують більш прості машини, які подрібнюють гичку і розкидають її по поверхні поля (МБК-2,7). Для забезпечення подрібнення гички швидкість обертання робочих органів повинна бути не менше 25-30 м/с. Хімічний спосіб заключається в обприскуванні гички розчином сірчаної кислоти, хлорату магнію, пентохлорфенолу і інших, під дією яких рослина засихає і гине.

При використанні картоплекопача картоплю збирають роздільним способом, при якому машина підкопує і частково або повністю сепарує підкопаний шар. Бульби в тару збирають вручну. Крім того, картоплекопач можна використовувати для двохфазного поточного способу збирання для викопування картоплі і вкладання її на поверхню поля в валок [15].

В більшості закордонних країн продовольчу картоплю, так як і насіннєву, зберігають, в основному, в місцях вирощування і закладають на зберігання по прямоточній технології "збиральна машина – сховище" з мінімальними механічними пошкодженнями бульб, без післязбиральної доробки або, при необхідності, виконуючи її по сумісництву з завантаженням. Для цього випускаються відповідні машини і технологічні лінії.

При розрахунках основних технологічних показників на збиранні картоплі розробленим картоплекопачем приймаємо наступні вихідні дані:

- площа поля – 120 га;
- довжина гонів – 900 м;
- ширина міжрядь – 70 см;
- урожайність бульб – 250 ц/га;
- схил місцевості – 2^0.

При організації процесу збирання під час викопування бульб вибираємо петльовий грушовидний спосіб повороту агрегату для якого мінімальна ширина поворотної смуги визначається рівнянням:

$$E_{мін} = 2{,}8 \cdot R_0 + e + d_к, \qquad (1.10)$$

де R_0 – радіус повороту агрегату;

$d_к$ - кінематична ширина агрегату.

Для агрегатів з задньою навіскою машин відносно центру агрегату величина e визначається рівнянням [16]:

$$e = 0{,}5 \cdot l_к. \qquad (1.11)$$

Величину $l_к$ для навісного агрегату визначають з врахуванням кінематичної довжини трактора $l_т$ і машини $l_м$:

$$l_к = l_т + l_м \qquad (1.12)$$

Кінематична довжина трактора $l_т$ – це відстань від кінематичного центру агрегату до точки навіски копача, а кінематична довжина машини $l_м$ – це відстань від місця приєднання машини до трактора до лінії розташування викопуючих робочих органів.

$$l_к = 1,2 + 1,0 = 2,2 \text{ м}$$

$$e = 0,5 \cdot 2,2 = 1,1 \text{ м.}$$

Радіус повороту агрегату можна визначити по рівнянню:

$$R_0 = 1,1 \cdot B_к, \qquad (1.13)$$

де $B_к$ – ширина захвату картоплекопача.

$$R_0 = 1,1 \cdot 1,4 = 1,54 \text{ м.}$$

З врахуванням цих значень мінімальна ширина поворотної смуги дорівнює:

$$E_{мін} = 2,8 \cdot 1,54 + 1,1 + 1,0 = 6,4 \text{ м}$$

Після цього $E_{мін}$ узгоджується з шириною захвату збирального агрегату (має бути кратна числу проходів) і остаточно уточнюється по ширині захвату картоплесаджалки (СН-4Б), яка використовується для посадки картоплі (ширина захвату саджалки – 2,8 м).

$$E = 3 \cdot 2,8 = 8,4 \text{ м.}$$

Довжина робочого ходу збирального агрегату на полі дорівнює:

$$L_р = L - 2E, \qquad (1.14)$$

$$L_р = 900 - 2 \cdot 8,4 = 883,2 \text{ м}$$

Довжина холостого ходу на поворотній смузі для вибраного способу повороту визначається рівнянням:

$$L_x = (6{,}6\text{-}8{,}0)R_0 + 2e \qquad (1.15)$$

$$L_x = 7{,}3 \cdot 1{,}54 + 2 \cdot 1{,}1 = 13{,}44 \text{ м}$$

Затрати часу на робочий і холостий рух агрегату характеризуються коефіцієнтом робочих ходів, який визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{L_р}{L_р + L_х} \qquad (1.16)$$

$$\alpha = \frac{883{,}2}{883{,}2 + 13{,}44} = 0{,}98$$

Іншим характерним показником є коефіцієнт тривалості поворотів, який дорівнює:

$$\tau = \frac{1-\alpha}{\alpha}, \qquad (1.17)$$

$$\tau = \frac{1-0{,}98}{0{,}98} = 0{,}02$$

Одним із основних показників роботи агрегату є продуктивність – кількість роботи, виконаної за одиницю часу. Відрізняють продуктивність за годину, за зміну і за сезон. Для аналізу більш частіше використовується годинна продуктивність. Крім того, продуктивність буває теоретична, технічна і фактична. Фактична продуктивність визначається з врахуванням коефіцієнта використання часу зміни, який дорівнює відношенню чистого робочого часу $T_ч$ до часу зміни $T_{зм}$ (в розрахунках приймається $T_{зм}$ = 7 годин):

$$\tau_{зм} = \frac{T_ч}{T_{зм}} \qquad (1.18)$$

Чистий робочий час визначається за рівнянням:

$$T_ч = \frac{T_{зм} - (T_{то} + T_{тех} + T_ф + T_о)}{1 + \tau}, \qquad (1.19)$$

де $T_{то}$ – час на технічне обслуговування;

$T_{тех}$ – час на технологічне обслуговування;

$T_ф$ – час на фізіологічні потреби механізатора;

$T_о$ – час на організаційні заходи.

$$T_ч = \frac{7 - (0{,}1 + 0{,}2 + 0{,}1 + 0{,}1)}{1 + 0{,}02} = 6{,}37 \text{ год.}$$

Підставляємо значення $T_ч$ в рівняння (3.9) і визначаємо коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau_{зм} = \frac{6{,}37}{7{,}0} = 0{,}91$$

Фактична продуктивність розробленого картоплекопача за зміну визначається рівнянням:

$$W_{зм} = 0{,}1\ B_р \cdot V_р \cdot T_{зм} \cdot \tau_{зм} \qquad (1.20)$$

$$W_{зм} = 0{,}1 \cdot 1{,}4 \cdot 6{,}0 \cdot 7 \cdot 0{,}91 = 5{,}35 \text{ га/зм}$$

А продуктивність агрегату за годину дорівнює:

$$W_г = 0.1\ B_р \cdot V_р \cdot \tau_{зм} \qquad (1.21)$$

$$W_г = 0{,}1 \cdot 1{,}4 \cdot 6{,}0 \cdot 0{,}91 = 0{,}76 \text{ га/год.}$$

Витрати палива на одиницю виконаної агрегатом роботи на збиранні картоплі визначаються відношенням кількості палива, яке використано за зміну до продуктивності агрегату за зміну. З врахуванням нерівномірності завантаження агрегату протягом зміни (холостий хід, переїзди з ділянки на ділянку і т.д.) приблизне значення витрат палива на гектар зібраної площі можна визначити за рівнянням:

$$g_{га} = \frac{G_т \cdot K_т}{W_г}, \qquad (1.22)$$

де $G_т$ – витрати палива за годину при номінальній ефективній потужності двигуна;

$К_т$ – коефіцієнт, який враховує неповне навантаження двигуна на протязі зміни.

$$g_{га} = \frac{11{,}6 \cdot 0{,}84}{0{,}76} = 12{,}82 \text{ кг/га}$$

Одним з показників руху збирального агрегату в загінці є час циклу, який включає тривалість робочого ходу і холостого руху, а також технологічних зупинок:

$$t_Ц = \frac{2L_Р}{V_Р} + \frac{2L_Х}{V_Х} + t_О, \qquad (1.23)$$

де $t_о$ – час технологічних зупинок агрегату за цикл.

$$t_ц = \frac{2 \cdot 883{,}2}{6{,}0} + \frac{2 \cdot 13{,}44}{6{,}0} + 0{,}06 = 0{,}15 \text{ год.}$$

Кількість циклів роботи агрегату за зміну буде дорівнювати:

$$n_Ц = \frac{T_{ЗМ} - T_{ПЗ} - T_{ВЛ} - T_{ПЕР}}{t_Ц} \qquad (1.24)$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-заключний час роботи;

$T_{вл}$ – час перерви на відпочинок і особисті потреби механізатора;

$T_{пер}$ – час переїзду агрегату з однієї ділянки на іншу.

$$n_ц = \frac{7 - 0{,}5}{0{,}15} = 43{,}3 = 44 \text{ цикли.}$$

Продуктивність агрегату за цикл буде дорівнювати:

$$W_Ц = \frac{B_Р \cdot 2L_Р}{10000} \qquad (1.25)$$

$$W_ц = \frac{1{,}4 \cdot 2 \cdot 883{,}2}{10000} = 0{,}247 \text{ га/цикл}$$

Витрати палива за цикл будуть становити:

$$g_ц = g_{га} \cdot W_ц \qquad (1.26)$$

$$g_ц = 12{,}82 \cdot 0{,}247 = 3{,}17 \text{ кг/цикл.}$$

Збирання бульб починають на початку відмирання гички і організовують збиральні роботи так, щоб збирання провести за 20-25 днів, тому що при зниженні температури до 8^0С пошкодження бульб від механічної дії під час збирання, перевезення і сортування збільшується на 9-25 % в порівнянні зі збиранням при температурі 12-15^0С.

Збирання картоплі слід проводити з пропуском через кожні 2 рядки, так як при суцільному збиранні частина бульб може попасти під колеса трактора і копача. Тільки на легких супіщаних грунтах можна проводити викопування підряд, при треба обов’язково поставити задні бульбовідвідні щитки. Так як ширина стикових міжрядь коливається в значних межах, то трактор з картоплекопачем треба направляти по сліду двох рядків саджалки, а по стиковому міжряддю – одне з передніх коліс трактора.

Викопувати картоплю можна і загоновим способом з шириною загінки 12-14 рядків, при цьому смуга для повороту агрегату потрібна менша – біля 5 м, а не 8,4 м як це було визначено при розрахунках.

Для ефективної роботи копача і якісного підбирання бульб необхідно близько 40 робітників. Після проходу копача і підбирання видимих бульб поле необхідно заборонувати для виймання присипаних бульб на денну поверхню поля і підібрати бульби

РОЗДІЛ 2
КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Умови збирання картоплі визначаються слідуючими факторами:

- стан поверхні поля, форма і висота гребенів рядка картоплі, які обумовлюють площу поперечного перерізу підкопуваного пласта для заданої глибини обробки;

- погодні умови і вологість грунту, які впливають на швидкість руху машинно-тракторного агрегату (МТА);

- підготовка площі для збирання (попереднє видалення гички і її відмирання) для зниження впливу рослинних домішок на технологічні блоки машини.

Існуючий парк сільськогосподарських машин, в тому числі і картоплезбиральних, в більшості господарств морально і фізично застарів. До останніх днів ще використовуються комбайни КПК-2.01. Ми пропонуємо конструкцію картоплекопача, який можна виготовити на базі картоплезбирального комбайна КПК-2.01 в умовах будь-якої ремонтної майстерні. Такий копач призначений для збирання картоплі з застосуванням ручної праці на підбиранні бульб.

При роботі машина підкопує два суміжних рядки картоплі, частково відсіває землю, відділяє гичку від столонів, зв'язаних з нею і вкладає бульби в валок позаду копача.

Щоб забезпечити підбирання бульб, в приймальній частині картоплекопача встановлені зубчасті диски, які мають привід від системи приводу машини. Це покращує кришення пласта, що позитивно впливає на процес сепарації бульб від землі, усуває негативну дію рослинних залишків на хід робочого процесу, в результаті чого не виникає скупчення шару грунту, який містить бульби.

На основі прийнятої схеми і умов збирання визначаємо основні параметри диска: h = 0,083 м; m = 0,14 м; c = 0,096 м; a = 0,044 м; $\alpha = 30^0$; R = 0,355 м; λ = 2,25; Z= 12. Тут: λ - показник кінематичного режиму роботи, Z – кількість зубів на диску, c – довжина активного крайка леза.

Модернізація викопувальної частини виконана наступним чином. Виготовляється стояк, який кріпиться на рамі машини. До нижньої частини стояка кріпиться пластина, на яку кріпиться підшипниковий вузол. В підшипниковому вузлі встановлено вал, на який з одного боку кріпиться диск, а з другого – зірочка системи приводу вала з диском. В результаті такого виконання комбінованого викопуючого робочого органа усувається скопичення шару грунту з картоплею в

приймальній частині, що сприяє скороченню втрат часу по технологічним причинам до 15% [13].

Крім того, для підвищення якості відділення рослинних домішок від бульб і полегшення праці робітників на підбирання модернізований картоплекопач містить гичковідділяючий робочий орган, який відриває гичку від бульб і складає гичку і рослинні домішки в міжряддя, що зменшує затрати праці робітників на підбирання. Несуча частина картоплекопача – рама з причіпним пристроєм, яка представляє собою модернізовану приймальну частину КПК-2.01. Рама спирається на ходові колеса і опорне колесо. На ній змонтовано елеватор, привід робочих органів, диски з активним і пасивним приводом, лемеші і гичковідділяючий вузол, який складається з відривного валика, пальців для підведення гички з грузиками і щитка.

Привід гичковідділяючих робочих органів і активних дисків здійснюється від ВВП трактора через карданну передачу, редуктора і ланцюгову передачу . Для натягу ланцюгової передачі використовується проміжна зірочка.

Під час руху агрегату по полю опорне колесо витримує задану глибину підкопування, яку можна змінювати гвинтовою передачею від 10 до 25 см. Секційні лемеші підкопують два суміжних рядки картоплі, руйнуючи пласт. З зовнішньої сторони рядка пласт обрізається активними зубчастими дисками , з внутрішньої сторони – пасивними . Далі пласт подається на основний елеватор, де відбувається активне його кришення і сепарація грунту крізь прутки елеватора. Після цього ворох, який складається з грудок землі, вільних бульб, гички, яка зв”язана з бульбами, і рослинних домішок, поступає на гичковідділяючий робочий орган. Вільні бульби і земля проходять крізь зазори між пальцями для підведення гички і скидаються позаду картоплекопача на поверхню поля. Гичка виділяється на пальцях . скочується вниз до робочого зазору між елеватором і відривним валиком. Далі гичка протягується в робочий зазор і по щитку попадає в міжряддя. Бульби, які не пройшли в робочий зазор, відриваються від гички і скидаються на поле. Далі картоплю підбирають ручним способом і вантажать в транспортні засоби.

Встановлений на експериментальному картоплекопачі гичковідділюючий робочий орган представляє собою такий пристрій. Пальцевий гичковідділювач, складається з вала , на якому встановлено основні втулки з привареними до них пальцями. Між основними втулками розташовані розпірні втулки. Основні і розпірні втулки вільно обертаються на валу. При нормальних режимах роботи гичковідділюючі пальці під дією вантажів спираються на обмежувач .

При дії вороху на пальці з зусиллям більшим номінального, пальці відхиляються від упору, що попереджує деформацію останніх. Зусилля

спрацювання залежить від плеча, на якому закріплені вантажі з фіксуючими гвинтами.

Вал гичковідділювача встановлено на рамі копача з можливістю регулювання робочого зазору , який вибирається в залежності від кількості матеріалу, який подається на гичковідділювач.

Привід відривного валика здійснюється від ВВП трактора через карданну передачу, редуктор і ланцюгову передачу. Для модернізації серійної машини і здійснення приводу відривного валика нами була збільшена кількість ланок в ланцюзі і встановлена натяжна зірочка.

Щиток з відкосом для відведення гички в міжряддя виготовляється з листової сталі товщиною 1,5...1,8 мм.

Застосування такого копача дасть змогу збільшити робочу швидкість машини в 1,5 – 1,8 рази, а значить і її продуктивність, а також якісні показники збирання – втрати бульб, їх пошкодження, вміст гички в воросі і т.ін.

2.1 Визначення пропускної здатності і основних параметрів картоплекопача

Умови збирання картоплі (після повного біологічного достигання) визначаються наступними факторами:

- стан поверхні поля, форма і висота гребенів рядка картоплі, які обумовлюють площу поперечного перетину підкопаного шару для заданої глибини обробки;
- погодні умови і вологість грунту, які впливають на швидкість руху машинно-тракторного агрегату;
- підготовка площі до збирання (попереднє збирання гички) для зниження негативного впливу рослинних домішок на технологічні блоки машини.

Перший фактор залежить від дії навколишнього середовища в період збирання и, в деякій мірі, від правильності нарізання гребенів і культивацій. Другий – від навколишнього середовища. Третій – від урожайності гички, способів її збирання, забур”яненості посівів і т. ін.

В господарствах, які вирощують картоплю використовують, в основному, двохрядні технології з шириною міжрядь 70 см, а також широкорядну з міжряддям 140 см (110 + 30). Опорно-копіювальними пристроями картоплезбиральних машин служать шарнірно підвішені блоки, які містять

копіювальні котки, підрізаючи диски і секційні лемеші. При широкорядній технології використовують двохстрочну посадку бульб [14].

Для визначення навантаження на підкопувальний блок, в тому числі і в залежності від швидкості машинно-тракторного агрегату, складаємо схему розташування копіювальних котків, підрізаючих дисків і секційних лемешів підкопувального блоку, а також поперечний перетин шару грунту, який підкопується для (модель 1) двохрядної і (модель 2) широкорядної технологій вирощування картоплі.

По моделі 1 форма перетину грядки апроксимується рівнобічною трапецією з кутом відкосу 45^0, копіювальний коток приймає верхню площину грядки на 1-3 см (сила тиску біля 1 кН), заглиблення лемеша відносно нижньої площини котка 20 см (регулюється автономно для кожного рядка), мінімальна розрахункова висота грядки над рівнем поля 10 см. Тоді ширина перетину шару грунту, який підіймає копач, становить 492 мм (три секційних лемеша з між осьовою відстанню 170 мм, ширина секції 152 мм) з розрахунку повного захвату гнізда бульб і компенсації поперечних відхилень гнізда і повздовжньої осі агрегату при збиранні.

По моделі 2 ширина верхньої зони грядки 630-830 мм, кут укосу грядки 45^0, ширина перетину пласта, який підіймається 832 мм (п”ять секційних лемешів з між осьовою відстанню 170 мм, ширина секції 152 мм) з розрахунку повноти захоплення двох гнізд бульб при ширині строчок 300-350 мм. Інші умови співпадають з моделлю 1.

Площі перетину пласта, який підкопується, S_1 і S_2 для моделей 1 і 2 визначаємо за формулами:

$$S_1 = (B_{гр1} + b_1)H_{гр} + 2(H_л – H_{гр})B_{л1} \quad (2.1)$$

$$S_2 = (B_{гр2} + b_2)H_{гр}/2 + (H_л – H_{гр})B_{л2,} \quad (2.2)$$

де b_1, b_2, $B_{гр1}$, $B_{гр2}$ – ширина верхньої і нижньої зони грядки;

$H_{гр}$ – висота грядки над рівнем поля;

$H_л$ – заглиблення лемеша (20 см);

$B_{л1}$, $B_{л2}$ – ширина пласта, який підкопується.

В відповідності до агровимог на картоплезбиральну машину в якості тягового засобу приймаємо трактор ТМЗ-80.

Об’ємну подачу Q_i підкопаного пласта і подачу пласта по масі M_i визначаємо за формулами;

$$Q_i = S_i \cdot V_j, \quad (2.3)$$

$$M_i = \gamma \cdot Q_i, \qquad (2.4)$$

де S_i – площа перетину підкопаного пласта (два рядки);

V_i – швидкість руху машинно-тракторного агрегату, м/с;

γ - об"ємна маса грунту на полі.

Якщо прийняти, що об"ємна маса грунту на полі γ = 1400 кг/м^3, а можливі швидкості руху агрегату на полі для розрахунку, км/год (м/с) мають значення:

V_0 = 1,45 (0,4); V_1 = 1,89 (0,53); V_2 = 2,5 (0,69); V_3 = 3,22 (0,89); V_4 = 4,26 (1,18); V_5 = 5,48 (1,52); V_6 = 6,73 (1,87), то отримаємо результати, які можна представити в вигляді залежностей

Для моделі2 розрахунки зроблені для випадків з різною об"ємною масою грунту: γ_1 = 1000 кг/м^3; γ_2 = 1200 кг/м^3 і γ_3 = 1400 кг/м^3

Аналіз залежностей показує, що використання дисків для підрізання грунту і секційних лемешів обмежує забір зайвого грунту і гички з міжрядь.

Величина подачі підкопаного пласта на основний елеватор картоплезбиральної машини суттєво залежить від вологості грунту, яка обумовлює буксування коліс і зниження швидкості переміщення агрегату. Так, при вологості грунту до 24 % буксування і падіння швидкості агрегату в порівнянні з номінальними досягають 20 %, при вологості більше 24 % буксування різко зростає аж до зупинки агрегату. Тому подача пласта повинна коректуватися в залежності від вологості грунту.

При основних режимах роботи картоплезбиральної машини для двохрядної технології при висоті грядки 12-18 см номінальна подача пласта по масі складає 117-260,4 кг/с, а при буксуванні з коефіцієнтом 0,9 і вологості біля 21 % - 105,6-234 кг/с.

Для широкорядної технології при основних режимах роботи (швидкість 0,69-1,18 м/с) номінальна подача пласта дорівнює 154-264,4 кг/с, а з врахуванням коефіцієнта буксування 0,9 – 138-238 кг/с.

2.2 Розрахунок вала сепаратора картоплезбиральної машини

Конструкція вала має відповідати основним умовам працездатності: достатня міцність, жорсткість, технологічність конструкції і економія матеріалу.

Приймаємо матеріал для вала – сталь 30ХГТ ГОСТ 4543-71. Вихідними даними для розрахунків являються: окружне зусилля ланцюга N = 1409 Н, кут

нахилу ланцюгової передачі $\alpha = 45^0$, секундну подачу вороха на елеватор приймаємо по максимально можливій (розділ3) – М = 3600 Н. З врахуванням маси деталі навантаження на вал становить:

$$P = 3600 + 370 = 3970 \text{ Н} = 3{,}4 \text{ кН}.$$

Приймаємо, що навантаження діє на вал рівномірно і тоді при довжині вала між опорами А і В l = 1,4 м (рис. 2.20) рівномірно розподілене навантаження буде дорівнювати:

$$q = \frac{P}{l}, \qquad (2.5)$$

$$q = \frac{3{,}4}{1{,}4} = 2{,}43 \text{ кН/м}$$

З врахуванням нахилу ланцюга сила, яка консольно діє на вал в місці закріплення зірочки, в вертикальній і горизонтальній площині дорівнює:

$$F_в = 3 \cdot N \cdot \cos 45^0, \qquad (2.6)$$

$$F_г = 3 \cdot N \cdot \sin 45^0 \qquad (2.7)$$

Розглянемо сили, які діють в вертикальній площині. Сума моментів відносно т. А буде дорівнювати:

$$\sum mom_А(F) = F_в \cdot a - \frac{q \cdot l^2}{2} + Y_в \cdot l = 0 \qquad (2.8)$$

Звідси вертикальна реакція опори в т. В дорівнює:

$$Y_в = \frac{q \cdot l}{2} - \frac{F_в \cdot a}{l} \qquad (2.9)$$

Сума моментів відносно т. В буде дорівнювати:

$$\sum mom_в(F) = F_в(a + l) - Y_А l + \frac{q \cdot l^2}{2} = 0 \qquad (2.10)$$

Звідси вертикальна реакція опори в т. А буде дорівнювати:

$$Y_A = \frac{F_B(a+l)}{l} + \frac{q \cdot l}{2} \qquad (2.11)$$

Згинаючий момент, який діє на вал в вертикальній площині, буде дорівнювати:

$$M = Y_B \cdot z - \frac{q \cdot z^2}{2} \qquad (2.12)$$

При z = 0 $M_z = 0$. При z = *l* момент буде дорівнювати:

$$M_z = Y_B \cdot l - \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{q \cdot l^2}{2} - F_B \cdot a - \frac{q \cdot l^2}{2} = -F_B \cdot a \qquad (2.13)$$

Розглянемо сили, які діють на вал в горизонтальній площині. Сума моментів відносно т. А буде дорівнювати:

$$\sum mom_A(F) = F_Г \cdot a - x_B \cdot l = 0 \qquad (2.14)$$

Звідси горизонтальна реакція опори в т. В дорівнює:

$$x_B = \frac{F_Г \cdot a}{l} \qquad (2.15)$$

Сума моментів сил відносно т. В буде дорівнювати:

$$\sum mom_B(F) = F_Г(a+l) - x_A \cdot l \qquad (2.16)$$

Звідси горизонтальна реакція опори в т. А дорівнює:

$$X_A = \frac{F_Г(a+l)}{l} \qquad (2.17)$$

Згинаючий момент, який діє на вал в горизонтальній площині, дорівнює:

$$M = - X_B \cdot z = -F_Г \frac{a}{l} \cdot z \qquad (2.18)$$

$$M_{z=0} = 0; \qquad M_z = -F_г \cdot A$$

Сумарний згинаючий момент буде дорівнювати:

$$M_c = \sqrt{M_в^2 + M_г^2} \qquad (2.19)$$

Приведений момент визначаємо за формулою:

$$M_{пр} = \sqrt{M_c^2 + T^2} \qquad (2.20)$$

$$M_c = a\sqrt{F_г^2 + F_в^2} = a\sqrt{(3N \cdot \cos 45^0)^2 \cdot 2} = a\sqrt{2} \cdot 3N \cos 45^0 = 3aN;$$

$$T = N \cdot d_{зв}$$

З врахуванням цих значень приведений момент буде дорівнювати:

$$M_{пр} = \sqrt{(3a \cdot N)^2 + (N \cdot d_{зв})^2} = \sqrt{9 \cdot 36 \cdot 140{,}9^2 + 140{,}9^2 \cdot 410} = 3818 \text{ Н} \cdot \text{См}.$$

Напруження згину знаходимо по відомій формулі опору матеріалів:

$$\sigma = \frac{M_{пр}}{W_x} \le [\sigma] \qquad (2.21)$$

Звідси: $$W_x \ge \frac{M_{пр}}{[\sigma]}.$$

Тут W_x – осьовий момент опору, який дорівнює:

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32} \qquad (2.22)$$

$$\frac{\pi \cdot d^3}{32} \ge \frac{M_{пр}}{[\sigma]}$$

Звідси діаметр вала буде дорівнювати:

$$d \ge \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{пр}}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 3818}{3{,}14 \cdot 1500}} = 2{,}9 \text{ см}$$

Приймаємо вал діаметром 30 мм.

РОЗДІЛ 3
ОХОРОНА ПРАЦІ

До роботи допускаються лише технічно справні машини і знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не використовувались, допускаються до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки всіх органів.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою і проінструктовані механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори забезпечуються засобами захисту та спецодягом.

На місце роботи агрегатів не допускаються сторонні особи, які не мають відношення до технологічного процесу.

Механізовані роботи і рух агрегатів відповідають розробкам і затвердженим головним інженером господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів.

При агрегатуванні різної сільськогосподарської техніки з універсальними тракторами застосовуємо автоматичні зчіпні пристрої. Під час автоматичного щеплення машини на трактор не допускати перебування працюючих у небезпечній зоні.

Під час руху агрегату забороняється виконувати будь-які регулювання, усувати несправності, очищати робочі органи. Розрівнювати мінеральні добрива у ящиках дозволяться лише спеціальними дерев'яними лопатками.

Під час роботи з отрутохімікатами не дозволяти палити та приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводимо спеціальне місце на відстані 200 метрів від поля, обробленого отрутохімікатами. Слідкувати щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

При роботі з мінеральними добривами ознайомлюємо працівників з їх основними властивостями, можливим впливом на організм людини та з індивідуальним захистом. Під час завантаження сухих мінеральних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши респіратор.

Перед початком збиральних робіт проводимо інструктаж з охорони праці, проінформовуємо робітників про існуючі небезпечні фактори і можливі наслідки в разі недотримання відповідних правил безпеки.

Розмічаємо поля на загінки відповідно до операційної карти та складаємо план поля.

Відпочивати на полі дозволяється в спеціально відведеному і відповідно позначеному місці.

Усунення несправностей, заміна ножів, ланцюгів, пасів, операції технічного обслуговування виконувати тільки при зупиненому двигуні. Запускати двигун методом буксирування або скочування з гори забороняється. Видаляти масу при забиванні робочих органів можна лише за допомогою спеціальних пристроїв із дотриманням інших вимог безпеки.

Не дозволяється керувати транспортним засобом особам, які не закріпленні за даною машиною наказом по господарству. У загінці механізатор повинен стежити за роботою робочих органів.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Картоплярство залишається самою енергоємною галуззю в рослинництві. Енергетичні затрати на вирощування картоплі на 1 га по країні в середньому за 1981 – 1995 роки становлять 21,6 тис. Ккал, що в два рази більше в порівнянні з озимою пшеницею і в 1,7 рази – з цукровими буряками [20].

Розроблені ресурсозберігаючі технології вирощування картоплі дозволяють підвищити рентабельність галузі майже в 8 раз.

Найбільші затрати приходяться на насіннєвий матеріал – більше 30 % (таблиця 4.1), добрива – більше 10 % і техніку.

Таблиця 4.1 – **Порівняльна структура затрат по ресурсозберігаючій технології вирощування картоплі урожайністю 350 ц/га**

Статті витрат	Затрати на 1 га при технології:				Ресурсозбері-гаюча в % до інтенсивної
	інтенсивній		ресурсозберігаючій		
	Грн..	%	Грн..	%	
Насіннєвий матеріал	1360	35,9	1138	36,8	83
Добрива	704	18,6	369	11,9	52
Засоби захисту рослин	159	4,2	195	6,3	122
Паливо-мастильні матеріали	161	4,3	129	4,2	80
Вміст основних засобів	620	16,4	511	16,5	82
Заробітна плата	158	4,2	151	4,9	95
Інші прямі затрати	368	9,7	365	11,8	99
Всього затрат	3784	100	3096	100	81
Собівартість 1 ц бульб	10,81		8,84		82

В дипломному проекті розроблено ряд конструктивних рішень по вдосконаленню картоплекопача, що дозволяє підвищити якість підкопування і зменшити масу підкопаного вороху, підвищити сепаруючу здатність машини і збільшити її пропускну спроможність. В зв’язку з цим можна підвищити робочу швидкість руху агрегату і підвищити його продуктивність.Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності проекту представлені в таблиці 4.2.

При розрахунку економічної ефективності слід враховувати наступне. В господарствах при використанні серійного картоплекопача КТН-2Б в грунті залишається до 40 % урожаю бульб і для їх повного підбирання робиться ще один

прохід копача по сліду першого (після підбирання видимих бульб). Розроблений картоплекопач дає високу якість сепарації вороху і повторний прохід агрегата не потрібен.

Таблиця 4.2 – **Вихідні дані до розрахунків економічної ефективності**

П о к а з н и к и	Базовий копач КТН-2Б	Розроблений картоплекопач
1. Ширина захвату машини, м	1,4	1,4
2.Кількість рядків, які збираються, шт	2	2
3. Продуктивність агрегату, га/год	0,44	0,76
4. Питомі витрати палива, кг/га	22,15	12,82
5. Вартість машини, грн..	8200	10000
6. Кількість обслуговуючого персоналу, чол..	1	1

Визначаємо затрати праці за формулою:

$$З_п = \frac{К}{W_г} \qquad (4.1)$$

де: К – кількість обслуговуючого персоналу, чол..;

$W_г$ – продуктивність збирального агрегату, га/год.

Затрати праці при збиранні картоплі базовим агрегатом (з врахуванням дворазового проходу агрегату) будуть дорівнювати:

$$З_п^б = \frac{1}{0,44} \cdot 2 = 4,55 \text{ люд.год/га.}$$

При збиранні картоплі розробленим картоплекопачем затрати праці становлять:

$$З_п^м = \frac{1}{0,76} = 1,32 \text{ люд.год/га}$$

Зниження затрат праці при використанні в господарстві розробленого картоплекопача становлять:

$$З_з = З_п^б - З_п^м, \qquad (4.2)$$

$$З_з = 4,55 – 1,32 = 3,23 \text{ люд.год/га.}$$

За рік при вирощуванні картоплі на площі 50 га в господарстві зниження затрат праці становить:

$$З_з^р = 3,23 \cdot 50 = 161,5 \text{ люд.год/га}$$

Розрахунок прямих експлуатаційних затрат при збиранні картоплі проводимо за формулою:

$$С = С_о + С_а + С_{пмм} + С_р; \qquad (4.3)$$

де: $С_о$ – оплата праці з нарахуваннями;

$С_а$ – затрати на амортизаційні відрахування;

$С_{пмм}$ – затрати на паливо і мастильні матеріали;

$С_р$ – затрати на ремонт і технічне обслуговування машини.

Оплата праці механізатору проводиться за виконану норму робіт по шостому розряду тарифної сітки і становить 6,62 грн/зміну [22]. За 1 га зібраного поля оплата праці становить:

$$С_о^1 = \frac{С^т}{W_{зм}}. \qquad (4.4)$$

де: $С^т$ – оплата праці за норму виробітку по тарифній сітці;

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату.

При роботі на базовій машині оплата праці механізатору за 1 га зібраної площі становить:

$$С_{о.б}^1 = \frac{6,62}{3,08} = 200,15 \text{ грн/га}$$

При цьому механізатору на зарплату нараховується:

- за класність – 20 %, що становить 0,43 грн/га;
- за продукцію – 50 %, що становить 1,08 грн/га;
- за складність робіт – 50 %, що становить ще 1,08 грн/га;
- за інтенсивність робіт – 12 %, що становить 0,26 грн/га.

На цю суму, що становить 0,43 + 1,08 + 1,08 + 0,26 = 2,85 грн/га нараховується 51 % соціального страхування і ін., що становить 1,45 грн/га. І тоді з врахуванням двохкратного проходу агрегату на збиранні картоплі базовою машиною з врахуванням всіх нарахувань загальні затрати на оплату праці становлять:

$$С_{о.б} = (200,15 + 200,85 + 100,45) \cdot 2 = 501,9 \text{ грн/га.}$$

Механізатору, який працює на вдосконаленій машині, оплата праці за 1 га зібраної площі буде дорівнювати:

$$C^{1}_{о.м} = \frac{6,62}{5,35} = 100,24 \text{ грн/га}$$

Аналогічно проводяться нарахування на основну оплату праці і загальні затрати на оплату праці механізатору, який працює на збиранні картоплі модернізованим агрегатом, становлять:

$$C_{о.м} = 1,24 + 1,64 + 0,84 = 300,72 \text{ грн/га}$$

Амортизаційні відрахування проводяться в залежності від вартості машини і норм річних відрахувань [23] за формулою:

$$C_а = \frac{Z \cdot q}{100 \cdot D \cdot n \cdot W_{зм}}, \qquad (4.5)$$

де: Z – ціна машини, грн.;

q – норма річних відрахувань на амортизацію, %;

D – кількість днів роботи в рік;

n – коефіцієнт змінності.

За нормативами [23] річна норма відрахувань на амортизацію для картоплекопачів становить 14,2 %. Для базової машини затрати на амортизацію (з врахуванням 2-х проходів) становлять:

$$C_а^{б} = \frac{8200 \cdot 14,2 \cdot 2}{100 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 3,08} = 1600,8 \text{ грн/га;}$$

Затрати на модернізацію для модернізованої машини становлять:

$$C_а^{м} = \frac{10000 \cdot 14,2}{100 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 5,35} = 500,90 \text{ грн/га.}$$

Затрати на паливо і мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{пмм} = Z_п \cdot g_{га} \qquad (4.6)$$

де: $Z_п$ – комплексна ціна 1 кг палива, грн.;

$g_{га}$ – витрати палива на збирання 1 га.

Комплексна ціна включає в себе вартість основного і пускового палива, а також вартість всіх видів мастильних матеріалів, які використовуються на агрегаті. Вартість мастильних матеріалів і пускового бензину береться в % до основного палива (дизельне пальне):

- моторне мастило – 11,7 %;
- індустріальне мастило – 0,64 %;
- трансмісійне мастило – 3,43 %;
- консерваційні мастила – 0,47%;
- пусковий бензин – 0,96 %.

Ціни на паливо і мастильні матеріали коливаються в залежності від ринку і постачальника. Приймаємо комплексну ціну ПММ 18 грн/кг. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при роботі базового агрегату будуть становити:

$$С^{б}_{пмм} = 48 \cdot 22,5 \cdot 2 = 5700,59 \text{ грн/га}$$

При збиранні картоплі модернізованим агрегатом затрати на паливо і мастильні матеріали становлять:

$$С^{м}_{пмм} = 48 \cdot 12,82 = 1600,67 \text{ грн/га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування визначаються за аналогічною формулою (5.5). Норматив для річних відрахувань на ремонт і ТО становить 15 % [23]. Для базового агрегату затрати на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$С_р^{б} = \frac{8200 \cdot 15 \cdot 2}{100 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 3,08} = 170,75 \text{ грн/га;}$$

Для модернізованої машини ці затрати будуть становити:

$$С_р^{м} = \frac{10000 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 5,35} = 60,23 \text{ грн/га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при збиранні картоплі серійним базовим картоплекопачем будуть становити:

$$С^{б} = 501,9 + 1600,8 + 570,59 + 170,75 = 2708,04 \text{ грн/га}$$

При викопуванні картоплі модернізованим картоплекопачем загальні прямі затрати будуть становити:

$$С^{м} = 300,72 + 500,90 + 160,67 + 60,23 = 1032,22 \text{ грн/га.}$$

Зниження прямих затрат при використанні модернізованого картоплекопача визначаються за формулою:

$$Е = С^{б} – С^{м} \qquad (4.7)$$

В відсотках питомий економічний ефект становить:

$$Е_{п} = \frac{72,82 \cdot 100}{105,04} = 69,3 \text{ %.}$$

Річний економічний ефект при умові впровадження розробки в господарстві на площі 50 га буде становити:

$$Е_{р} = 72,82 \cdot 50 = 364100 \text{ грн.}$$

Строк окупності затрат на модернізацію машини визначається за формулою:

$$О_{з} = \frac{Z_{мм}}{Е_{р}}, \qquad (4.8)$$

де $Z_{мм}$ – затрати на модернізацію машини, грн..

Основні економічні показники проекту приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – **Основні економічні показники проекту**

Назва показників	Базова машина КТН-2Б	Модернізована машина
1. Продуктивність, га/год	0,44	0,76
2. Питомі витрати палива, кг/га	22,15	12,82
3. Затрати праці, люд.год/га	4,55	1,32
4. Зниження затрат праці на збиранні, люд.год.	-	161,5
5. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	2708,04	1320,22
6. Зниження прямих затрат, грн./га	-	1420,82
7. Річний економічний ефект, грн	-	336400
8. Затрати на модернізацію, грн	-	180000
9. Строк окупності затрат, років	-	0,49

Аналіз результатів показує, що впровадження в виробництво розробок проекту дає хороший річний економічний ефект (336400 грн) і затрати на модернізацію окупаються на протязі першого року експлуатації нової машини.

ВИСНОВКИ

1.Для підвищення ефективності виробництва картоплі необхідно використовувати передові, енергозберігаючі технології, які передбачають і сучасне насінництво, і хімічні засоби, а основне – передову, високопродуктивну техніку і, зокрема, збиральну. Тому питання вдосконалення вітчизняних картоплезбиральних машин є актуальним.

2.Фізико-механічні характеристики картоплі змінюються в залежності від сорту, умов вирощування, агротехніки і т. ін. Для механізованого вирощування і збирання картоплі необхідно, також, створення нових сортів, які б за своїми характеристиками були б більш придатні до механізованого збирання – рівномірність бульб за своїми розмірами і підвищена міцність відносно ударів робочих органів.

3.Перспективним напрямком вдосконалення збиральних машин є створення комбінованих активних викопуючих і сепаруючих робочих органів.

4.Розроблена конструкція картоплекопача і визначені параметри робочих органів дозволяє знизити кількість маси підкопуваного грунту і знизити навантаження на сепаратори машини. Це дає змогу підвищити якісні показники і продуктивність роботи агрегату.

5.Розроблена операційно-технологічна карта на ремонт вала приводу диска копача є оптимальною, передбачає мінімальну кількість операцій і затрат часу. Ремонт можна виконати в будь-якій майстерні господарства.

6.Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів на робочому місці перед початком збиральних робіт. А розроблена конструкція захисних кожухів надійно закриває деталі машини, які обертаються і запобігає травматизму при експлуатації агрегату.

7.Розроблені в дипломному проекті питання при впровадженні їх в виробництво дають економічний ефект 7200,82 грн/га. При цьому знижуються затрати праці при збиранні картоплі на 3,23 люд.год/га і підвищуються якісні показники процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник: у 3 кн. / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов; за ред. А.Ф. Головчука. - Кн. 2: Комбайни зернозбиральні. - К.: Грамота, 2004. - 320 с.
2. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник: у 3 кн. / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов; за ред. А.Ф. Головчука. - Кн. 3: Машини сільськогосподарські. - К.: Грамота, 2005. - 576 с.
3. Головчук А.Ф.Машиновикористання та екологія довкілля: підручник / А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт, М.Г. Бондаренко; за ред. А.Ф. Головчука. -К.: Грамота, 2007. - 360 с.
4. Настенко Т.М., Романченко М.А., Індустріальна технологія вирощування картоплі: - Київ; Урожай, 1986. – 144 с.
5. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт та ін. – Київ: Урожай, 1987 – 368 с.
6. Землеробство: Підручник /О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред. О.І. Зінченка. –К.: Аграрна освіта, 2001. –591с.
7. Настенко Т.М., Романченко М.А., Індустріальна технологія вирощування картоплі: - Київ; Урожай, 1986. – 144 с.
8. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку / Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт та ін. – Київ: Урожай, 1987 – 368 с.