

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. СЕМКОВИЧА О.Д.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: „ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ З
ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА
КТН-2Б”

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-41
спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Корінецький Назарій Васильович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Семен Я.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент Миронюк О.С.
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

УДК 631.3. – 635.21

Підвищення ефективності збирання картоплі з використанням удосконаленого картоплекопача КТН-2Б. Корінецький Н.В. –Дипломний проект. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Семковича О.Д. –Дубляни, Львівський НУП, 2023.

55 с. текст. част., 7 рис., 21 табл., 21 джерело, 6 арк. графіч. част. формату А1.

Проаналізовано способи, технології та засоби для збирання картоплі.

Запроектована операційна технологія збирання картоплі з використанням удосконаленого картоплекопача КТН-2Б, розроблена операційна схема збирання та структурна схема виробництва картоплі.

Удосконалено конструкцію підкопувально-сепарувальних робочих органів картоплекопача КТН-2Б для покращення ефективності його роботи на важких ґрунтах, особливо підвищеної та пониженої вологості.

Розроблено питання охорони праці та екологічної безпеки виробництва.

Виконане економічне обґрунтування ефективності роботи удосконаленого картоплекопача КТН-2Б, порівняно з картоплезбиральним комбайном КПК-2А показує зменшення питомих прямих затрат на виконання операції на 1178,70 грн/га або 15,8%.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	7
1.1 Існуючі способи збирання картоплі.....	7
1.2 Аналіз конструкцій картоплекопачів.....	9
1.3 Відомі конструкції сепарувальних робочих органів картоплезбиральних машин.....	11
Висновки.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ВИКОПУВАННЯ КАРТОПЛІ	14
2.1 Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги.....	14
2.2 Організація і технологія виконання операції збирання картоплі	15
2.3 Розрахунок агрегату.....	15
2.4 Технологічна наладка картоплезбирального агрегату.....	23
Висновки.....	24
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧА	25
3.1 Обґрунтування конструкційної розробки.....	25
3.2 Розрахунок запропонованого удосконалення.....	25
3.2.1 Розрахунок пасової передачі.....	26
3.2.2 Розрахунок конструктивних параметрів конічної передачі.....	29
3.2.3 Попередній розрахунок валів та вибір підшипників.....	32
3.2.4 Перевірка довговічності підшипників.....	33
3.3.5 Уточнений розрахунок ведучого вала.....	37
Висновки.....	40
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	41
4.1 Окреслення чинників можливих травм та аварій під час збирання картоплі.....	41
4.2 Розроблення моделі травмонебезпечних та аварійних	

ситуацій під час збирання картоплі	41
4.3 Розрахунок стійкості роботи МТА.....	43
4.4 Техніка безпеки під час роботи на МТА для збирання картоплі.....	44
Висновки.....	45
5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	46
5.1 Основні чинники негативного впливу на довкілля під час виробництва картоплі.....	46
5.2 Збереження і використання нафтопродуктів.....	47
5.3 Шляхи зниження негативної дії на довкілля об'єкту дослідження.....	48
Висновки.....	49
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА.....	50
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	54

ВСТУП

Картопля – дуже цінна сільськогосподарська культура, має велике продовольче, харчове й кормове значення і є хорошою просапною культурою в якості попередника під інші культури.

Її потрібно вирощувати в загальногосподарських сівозмінах, де є також кормові, зернові та зернобобові культури. Картопля дуже вимоглива до ґрунту і потребує внесення до 60 т/га органічних та близько 0,6 т/га мінеральних добрив за весь період вегетації для поповнення ґрунту поживними елементами [8, 10, 12].

Для промислового виробництва картоплі застосовують різні технології – інтенсивні, індустріальні, енергозберігаючі. Її садять у наперед нарізані гребені, напівгребневим способом або гладкою посадкою. Кожна технологія і спосіб садіння має бути адаптованим до ґрунтово-кліматичних умов кожного господарства.

На сьогоднішній день загальний рівень механізації окремих технологій сягає 85 – 90 %. Але найбільш матеріально і енергетично затратними є операції, пов'язані із збиранням врожаю картоплі. На ці операції припадає в цілому 55-60% усіх затрат, в тому числі ручної праці, особливо під час збирання насінневої картоплі за допомогою картоплекопачів [8, 10, 12].

Чинні технології виробництва картоплі розраховані на окремі великі регіони не завжди враховують ґрунтово-кліматичні умови окремого господарства. Використовувані для збирання МТА не повністю відповідають вимогам щодо якості робіт та якості виконання технологічного процесу, а їх продуктивність залишається ще доволі низькою, а це вимагає залучення додаткових трудових ресурсів у період масового збирання врожаю.

Тому метою дипломного проекту є аналіз технологій, способів та засобів для збирання картоплі, розробка операційної технології її збирання з конструктивним удосконаленням дворядного картоплекопача елеваторного типу, удосконалення заходів з охорони праці та довкілля з визначенням техніко-економічних показників роботи удосконаленого МТА.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Існуючі способи збирання картоплі

Картопля (*Solanum tuberosum* L) належить до родини Пасльонових і розмножується вегетативно – бульбами, які висаджуємо в ґрунт після зберігання, а також насінням (для виведення нових сортів картоплі). Вона має надземні трав'янисті та підземні пагони – столони, які на кінцях потовщуються і утворюють бульби 2 (рисунок 1.1) [8, 10, 12].

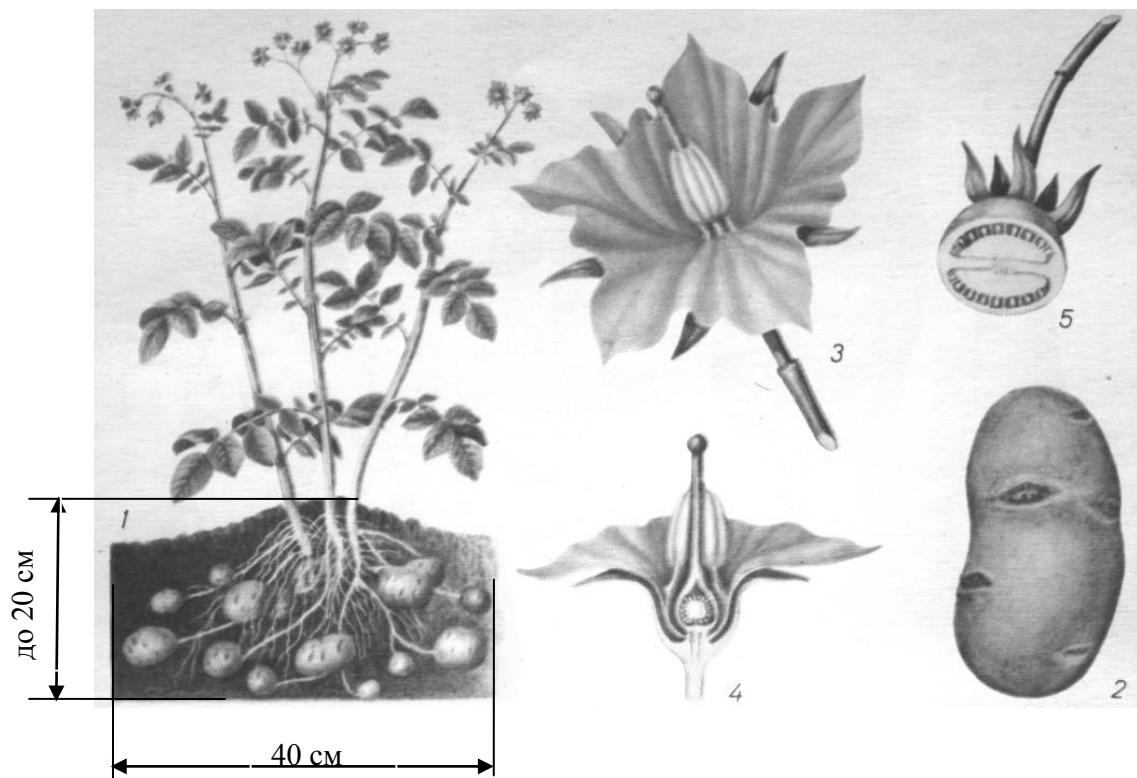


Рисунок 1.1 Загальний вигляд корча картоплі та його складових частин:
 1 – загальний вигляд; 2 – бульба; 3 – квітка; 4 – квітка у розрізі;
 5 – плід у розрізі

Картопля до самого збирання врожаю знаходиться переважно у наперед сформованих гребнях (див. рис. 1.1), утворених для кращого формування врожаю через доступність вологи, тепла й усунення надмірної щільності в зоні самого куща. Гніздо бульб формується у ґрунті безпосередньо під гребенем на глибині до 0,25 м. Його діаметр не перевищує 0,40 м (окремі сорти можуть мати більший діаметр). На період збирання картопля має доволі розвинуте і розгалужене бадил-

ля, розміщене поверх гребеня, яке може переплітатися і до збирання врожаю воно переважно висихає [8, 10, 12, 17].

Перед збиранням врожаю (приблизно за 7–10 днів) бадилля скошують (знищують), застосовуючи ротаційні косарки-подрібнювачі або бадилезнищувальні машини БД-6, які можуть скошувати бадилля з одночасним його подрібненням і розкиданням на поверхні поля (за певних умов це негативно впливає на ефективність використання підкопувальних робочих органів картоплекопачів). кращим варіантом є знищення бадилля шляхом його скошування і вивезення за межі поля. Використовувані при цьому агрегати доволі сильно ущільнюють ґрунт у міжряддях, що може негативно вплинути на сепарацію бульб від рослинних решток і грудочок землі.

За необхідності перед викопуванням картоплі (орієнтовно за 4–7 днів до початку збирання) проводять розпушування міжрядь долотоподібними лапами культиваторів КОН-2,8МП, уникаючи таким чином надмірного опору підкопувальних робочих органів збиральних машин (комбайнів). Окрім того рослинні рештки та бур'яни підсихають і не перешкоджають роботі збиральних машин.

Картоплю збирають копачами або комбайнами, які за один прохід здатні викопувати одночасно від одного до чотирьох рядків картоплі разом з ґрунтом, сепарують ґрунт, а бульби картоплі укладають у валок на поле позаду картоплекопачів з наступним їх підбиранням переважно вручну або нагромаджують в бункері картоплезбиральних комбайнів чи вивантажують на транспортний засіб, що рухається поруч з ними.

Після збирання картоплю зберігають у тимчасових кагатах під навісами протягом 20 днів, а потім її сортують на сортувальних пунктах, відділяючи окремо фуражну фракцію (маса бульб 20-50 г), насінневу фракцію (маса бульб 50-80 г) і товарну фракцію – маса бульб якої сягає 80 г та більше.

Отже, не залежно від технологій вирощування і сортів картоплі під час збирання врожаю обов'язково виконують послідовні такі окремі технологічні операції.

- знищення бадилля за 10-14 днів до масового збирання картоплі,

- передзбиральне розпушування міжрядь (за потребою),
- підкопування і підніманням з шаром ґрунту кущів картоплі, сепарація ґрунту від бульб та різноманітних домішок (бадилля, бур'янів, каміння тощо) з одночасним укладанням викопаних бульб картоплі у валок або нагромадження їх в бункер картоплезбирального комбайна чи вивантаження в транспортні засоби (тару),
- транспортування бульб до місця зберігання (сортування),
- остаточне доочищення й сортування картоплі за масою бульб, закладання на зберігання (реалізація товарної картоплі).

Застосовують наступні способи збирання картоплі [3, 4, 7].

- частково-механізований, за якого використовують одно- дворядні картоплекопачі, які укладають викопані бульби на поверхню поля за ходом машини з обов'язковим їх підбиранням вручну для довготривалого зберігання як посадкового матеріалу,
- потоковий (комбайновий), за якого картоплезбиральний комбайн одночасно викопує картоплю, сепарує її від різноманітних домішок та ґрунту й навантажує на транспортний засіб (тракторний причіп), що рухаються поруч,
- роздільний та комбінований, за яких застосовують копач УКВ-2, який послідовно підкопує, відповідно, шість (чотири) рядків картоплі, які згодом (через 2-4 години) підбираються картоплезбиральним комбайном.

1.2 Аналіз конструкцій картоплекопачів

Картоплекопачі – це малогабаритні одно- дворядні машини, які підкопують рядки (гребені) картоплі, сепарують ґрунт та укладають бульби на поверхні поля до остаточного їх підбирання вручну [3, 4, 10, 17].

Одні з найпростіших машин – картоплекопачі швириального типу, які викопують один рядок картоплі вздовж напрямку руху агрегату та розкидають викопану масу в одну сторону, перпендикулярну ходу руху копача на відстань понад

два метри. При цьому картопля часто укладається на поле вперемішок з ґрунтом і різноманітними домішками, що супроводжується надмірними втратами врожаю.

Представником даної групи машин є картоплекопач КТН-1А.

Картоплекопачі просіваючого типу мають підкопувальні лемеші, якими вони підкопують переважно два рядки картоплі й передають підкопаний пласт на сепаратори у вигляді пруткових елеваторів (картоплекопачі КТН-2Б) або коливних грохотів (картоплекопачі КНВ-2М).

Картоплекопач начіпний КТН-2Б призначений для одночасного підкопування двох сусідніх рядків картоплі, сепарації ґрунту прутковими елеваторами й укладання бульб у валок на поверхні поля.

Картоплекопач КТН-2Б має раму 2 (рисунок 1.2), на якій в передній частині змонтовано два пасивні лемеші 1, основний 5 та каскадний 6 елеватори (конвеєри) і решітка 7 для формування валка [3, 7, 16].

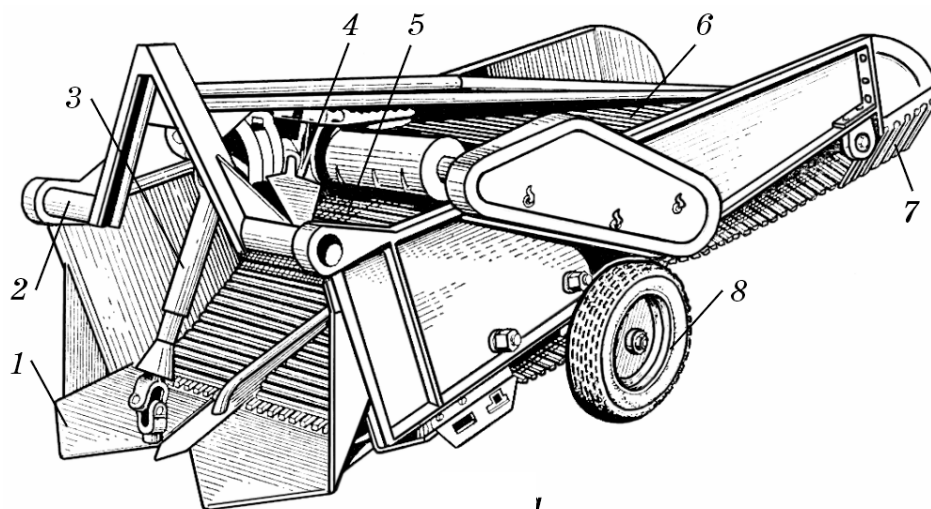


Рисунок 1.2 Картоплекопач КТН-2Б:

1 – леміш; 2 – рама; 3 – карданна передача; 4 – редуктор; 5 – основний елеватор; 6 – каскадний елеватор; 7 – звужувальна решітка; 8 – опорне колесо.

В процесі роботи, підкопаний лемешами 1 (див. рисунок 1.2) шар ґрунту скеровується на основний конвеєр 5, де відсівається основна маса ґрунту та рослинних решток. Далі ґрунтово-картопляний ворох скеровується на каскадний елеватор 6, на якому ґрунт та дрібні рослинні рештки остаточно відсівається. Сама

картопля по звужувальних решітках 7 укладається на поверхню поля за картоплекопачем у вигляді валка.

Копачі–валкоукладачі призначені для викопування двох суміжних рядків картоплі й укладання їх у валок позаду або збоку машини за напрямком її руху. Вони застосовуються для комбінованого та роздільного способів збирання картоплі. Під час технологічного процесу комбіновані підкопувальні лемеші підрізають два суміжні рядки й скеровують їх на прутковий сепаратор, де просівається основна маса ґрунту, а решта скеровується до балонів-грудкоподавлювачів, що роздавлюють грудочки і очищають картоплю від налиплої на неї землі. Після цього вся маса потрапляє на решета грохота, на яких земля просівається на поверхню поля, а бульби скеровуються на поперечний транспортер, яким укладаються на поверхню викопаного поля у валок. Після цього картоплю підбирають картоплезбиральними комбайнами.

1.3 Відомі конструкції сепарувальних робочих органів картоплезбиральних машин

За різновидом та здатністю розділяти компоненти суміші сепарувальні робочі органи картоплезбиральних машин можна розбити на дев'ять окремих груп. Найбільш поширеними є робочі органи просіваючого типу. Вони розподіляють компоненти ґрунтово-картопляного середовища (суміші) за геометричними параметрами.

У багатьох вітчизняних та зарубіжних картоплезбиральних машинах широко застосовують робочі органи просіваючих типів, які відрізняються різними кінематичними схемами, що характеризують вплив робочих органів на здатність якісно сепарувати картоплю на своїй поверхні. Найбільш поширеними є пруткові елеватори, грохоти, барабанні та валкові (кулачкові) сепаратори (рисунок 1.3).

Коливні грохоти (див. рисунок 1.3, а) характеризуються доволі жорстким кінематично-визначеним механізмом, в якому усі кінематичні параметри й режими роботи (переміщення, швидкість та прискорення) усіх ланок мають чітко ви-

значені характеристики як за величиною, так і за напрямком та не залежать від величини (кількості) коливних мас, що надходить і перебуває на коливних решетах грохота одночасно.

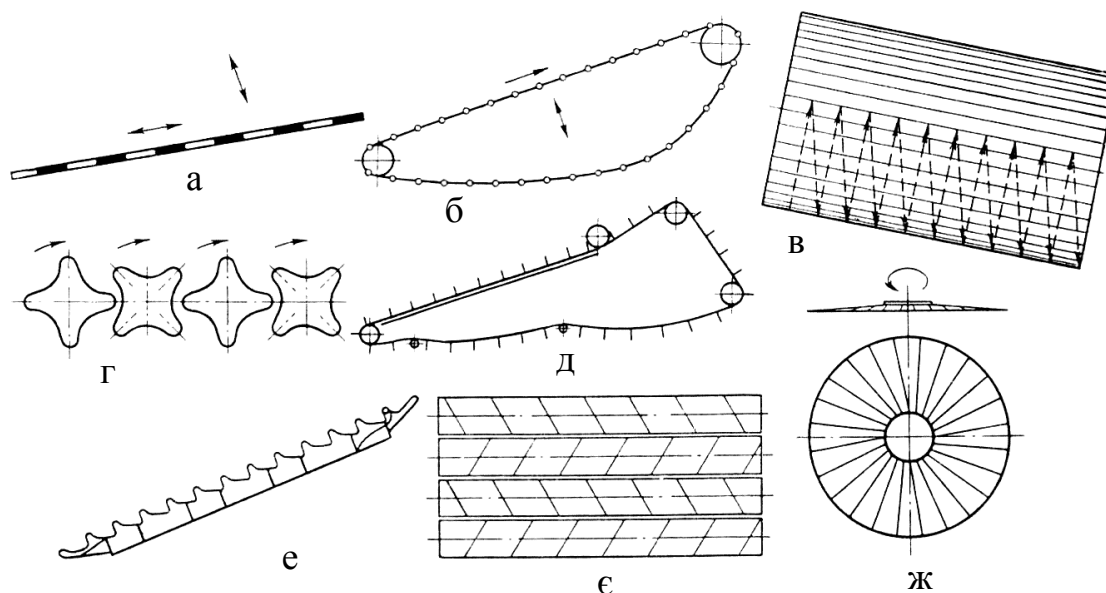


Рисунок 1.3 Сепарувальні робочі органи картоплезбиральних машин

В переважній більшості сучасних конструкцій картоплезбиральних машин широко застосовують пруткові елеватори (див. рисунок 1.3, б). Це проста конструкція робочих органів, які складаються з двох нескінченних ланцюгів та прутків між ними. Вони ефективно просівають ґрунтовий ворох і дрібну картоплю, масою до 30 г. Крім сепарувальної властивості вказані робочі органи здатні одночасно транспортувати пласт вверх за кута нахилу полотна сепаратора 20-25 град [3, 7].

Широко поширені в конструкціях картоплезбиральних машинах також барабани грохоти (див. рисунок 1.3, в). Їхньою перевагою є відсутність незрівноважених інерційних мас, а також здатність піднімати ґрунтово-картопляний ворох в процесі сепарування на доволі значну висоту. Їх недоліком є значне пошкодження бульб картоплі, зниження сепарувальної здатності через забивання барабана рослинним рештками і грудочками землі.

Ще однією групою сепараторів є валкові грохоти. Вони являють собою набір паралельно розміщених валиків, на яких насаджені диски або кулачки різно-

манітної форми (див. рисунок 1.3, г), що обертаються в одному й тому ж напрямку. У них відсутні інерційні сили та місця інтенсивного зношування, проте виступи кулачків доволі інтенсивно пошкоджують картоплю, а між ними може заклинюватися рослинна маса, каміння та грудочки землі.

Прутково-клавішні сепаратори (див. рисунок 1.3, е) мають вигляд двох секцій пруткових клавіш, одна з яких має одинадцять прутків, а друга – дванадцять. Вони нахилені під кутом 22 град. Завдяки тому, що прутки одної секції розміщені між прутками другої секції, під час обертання колінвалів бульби картоплі здатні переміщуватися по утворених перепадах доверху, потрапляючи в кінцевому випадку на перебиральний стіл.

Отже, на підставі виконаного аналізу способів та машин для збирання картоплі можна зробити висновок, що підвищення ефективності збирання картоплі можливе завдяки запровадженню організаційних заходів з ефективного використання техніки або удосконалення конструкцій картоплезбиральних машин (комбайнів чи копачів).

Висновки

1. Насінневу картоплю та ту, що йде на довготривале зберігання збирають роздільним способом, застосовуючи малогабаритні картоплекопачі, після яких картоплю підбирають вручну.
2. Підвищити ефективність збирання картоплі можна шляхом обладнання дворядного картоплекопача додатковими сепарувальними робочими органами.

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ВИКОПУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1 Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги

Після скошування бадилля поле, на якому росте картопля готове до збирання врожаю. Це має бути доволі вирівняна ділянка з наявними на ній гребенями, висота яких для різних ґрунтів може коливатися в межах 0,08-0,12 м [3, 4, 7, 10, 17].

Повнота зрізування бадилля має становити не менше ніж 80 % всієї маси, рослинні рештки (бадилля) повинні бути повністю подрібнені або вивезені за межі поля, різальні апарати бадилезбиральних машин мають забезпечувати суцільне зрізування бадилля поверх гребенів та у міжгребневих просторах картопляного поля. При цьому висота залишків рослинної маси над гребеніми картоплі не повинна перевищувати 0,12 [3, 4, 7].

На момент викопування картоплі вологість ґрунту в гребенях може коливатися від 10 до 26%. За мінімального і максимального значень вологості робочі органи картоплезбиральних машин працюють з підвищеним опором і якість їх роботи знижується. Саме тому слід вибирати, за можливості, сприятливі умови, а саме викопувати картоплю за вологості ґрунту 14-20% [4, 7].

Картоплезбиральні машини повинні забезпечувати такі агротехнічні вимоги, за яких якість збирання врожаю буде найвищою. Для цього картоплезбиральні машини (комбайни чи копачі) мають викопувати не менше 95-97% бульб картоплі, сепарувати грудочки землі, відділяючи їх від бульб картоплі, стolonів, решток бадилля та рослинності.

Робочі органи картоплезбиральних машин не повинні пошкоджувати картоплю на понад як 3-5%, якщо врожай збирають комбайнами, то ця норма може бути збільшена до 4-10% [3, 7 10, 16].

Чистота самих зібраних бульб, які надходять від картоплезбиральних комбайнів повинна бути не меншою за 80% [3, 4, 7, 10, 16].

2.2 Організація й технологія виконання операції збирання картоплі

До початку збиральних робіт формують збирально-транспортні комплекси, організовують роботу допоміжних працівників, якщо застосовують картоплекопач КТН-2Б, то треба не менше 12 осіб збирачів.

Узгоджують схеми маршрутів, готують місця накопичення картоплі після її транспортування з поля. Організують роботу картоплесортувального пункту та вивільняють сховища для зберігання картоплі.

На полі, що підлягає збиранню знищують бадилля картоплі (за 10-14 днів до масового збирання врожаю). За необхідності проводимо передзбиральне розпушення міжрядь машиною. КОН-2,8МП.

Поле розбивають на загінки, а картоплю на поворотних смугах викопують. Розмір загінки орієнтовного повинен відповідати змінній продуктивності агрегату для збирання картоплі.

Викопуємо картоплю агрегатом на базі трактора Беларус 892.2 та приєднаного до нього картоплекопача КТН-2Б.

2.3 Розрахунок агрегату

Оскільки робочі органи картоплекопача приводяться в дію від ВВП трактора, то на його начіпку можна навісити один картоплекопач. Саме тому виконуємо розрахунки тягово-привідного агрегату за відомою методикою [1, 15].

Враховуючи технологічно-допустиму швидкість на викопування картоплі вибираємо сьому передачу другого діапазону трактора для якої $P_c = 19,4$ кН, а теоретична швидкість становить $V_m = 5,3$ км/год. [21].

Опір картоплезбирального агрегату визначаємо за формулою:

$$R_{agr} = R_{всп} + R_m \quad (2.1)$$

де $R_{всп}$ – опір (кН), який міг би бути додатково реалізований на привод робочих органів картоплекопача від ВВП енергетичного засобу, який можна визначити за формулою

$$R_{\text{ген}} = \frac{N\eta_c}{V_p\eta_{mp}} \quad (2.2)$$

N – потужність, необхідна для приводу робочих органів картоплекопача від ВВП енергетичного засобу, кВт,

η_c – к.к.д. силової передачі трактора,

V_p – робоча швидкість картоплезбирального агрегату, м/с,

η_{mp} – к.к.д. трансмісії трактора,

R_m – опір картоплекопача, кН.

Робоча швидкість картоплезбирального агрегату становить:

$$V_p = V_m \cdot (1 - \delta), \quad (2.3)$$

де δ – коефіцієнт буксування ходової частини трактора,

$$V_p = 5,3 (1 - 0,15) = 4,51 \text{ км/год.} = 1,25 \text{ м/с.}$$

Тоді, згідно формули (2.2), отримаємо

$$R_{\text{ген}} = \frac{10,8 \cdot 0,85}{1,25 \cdot 0,96} = 7,65 \text{ кН.}$$

Визначаємо опір картоплекопача за формулою

$$R_m = n \cdot B_p \cdot k, \quad (2.4)$$

де n – кількість машин в картоплезбиральному агрегаті,

B_p – робоча ширина захвату агрегату, м,

k – питомий опір картоплекопача, кН/м.

$$R_m = 1 \cdot 1,4 \cdot 7,2 = 10,8 \text{ кН.}$$

Тоді, згідно з формули (2.1), отримаємо:

$$R_{\text{агр}} = 7,65 + 10,8 = 18,45 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт використання гакового зусилля енергетичного засобу становить:

$$\eta = \frac{R_{\text{агр}}}{P_2}, \quad (2.5)$$

$$\eta = \frac{18,45}{19,4} = 0,94.$$

Коефіцієнт використання потужності двигуна енергетичного засобу:

$$\eta_n = \frac{N_{\text{веп}} + N_{\text{зак}}}{N_e}, \quad (2.6)$$

де $N_{\text{зак}}$, N_e – гакова та ефективна потужності двигуна енергетичного засобу, кВт.

$$N_{\text{зак}} = R_{\text{азр}} V_p. \quad (2.7)$$

$$N_{\text{зак}} = 18,45 \cdot 1,25 = 23,06 \text{ кВт.}$$

Для енергетичного засобу Беларус 892.2 $N_e = 72,2$ кВт [22]:

$$\text{Тоді} \quad \eta_n = \frac{10,8 + 23,06}{72,2} = 0,47.$$

Виконані розрахунки показують, що агрегат скомплектовано правильно і він працюватиме з найбільшою ефективністю.

Далі готуємо скомплектований агрегат до роботи.

Готуючи до роботи енергетичний засіб проводять, за необхідності, планове ТО, а якщо це не вимагається плановими заходами, то обов'язково здійснюємо періодичне технічне обслуговування. При цьому оглядають всю конструкцію трактора, особливу увагу звертають на відсутність підтікань технічних рідин, відсутності пошкоджень окремих вузлів та агрегатів, справність електор-гідросистем та систем керування. Встановлюють систему навіски трактора для зачеплення картоплекопача, розставляємо передні й задні колеса (колію) енергетичного засобу на ширину 1,4 м.

У картоплекопача перевіряємо його комплектність, правильність складання в цілому і окремих вузлів та систем зокрема, звертаємо увагу на відсутність надмірного провисання віток елеваторів (транспортів), роботоздатність запобіжних муфт, технічний стан підкопувальних робочих органів та їх правильне загострення.

Навішуємо картоплекопач на систему начіпки трактора і встановлюємо карданну та проміжну передачі для приводу його робочих органів.

Підготовка поля до роботи передбачає попереднє знищення бадилля, передзбиральне розпушування міжрядь (за потребою), вибирання картоплі в кінці загінки (на поворотних смугах) та розбивання поля на загінки.

Оскільки поле розбиваємо на загінки, то передбачаємо круговий спосіб руху картоплезбирального агрегату в межах кожної загінки.

Для ефективної роботи картоплезбирального агрегату в полі потрібно визначити основні його кінематичні параметри. Насамперед визначаємо мінімальну ширину поворотної смуги, скориставшись залежністю

$$E_{\text{мін}} = 0,9 \cdot R + L_{\text{к}} + D_{\text{к}}. \quad (2.8)$$

де: R – радіус повороту картоплезбирального агрегату, м,

$L_{\text{к}}$ – кінематична довжина картоплезбирального агрегату, м,

$D_{\text{к}}$ – кінематична ширина захвату картоплезбирального агрегату, м.

Радіус повороту картоплезбирального агрегату:

$$R = 0,9 \cdot B_{\text{к}}, \quad (2.9)$$

$$R = 0,9 \cdot 1,4 = 1,26.$$

Визначаємо кінематичну довжину картоплезбирального агрегату

$$L_{\text{к}} = L_{\text{тр}} + L_{\text{м}} \quad (2.10)$$

де $L_{\text{тр}}$, $L_{\text{м}}$ – відповідно кінематична довжина трактора та картоплекопача, м.

$$L_{\text{к}} = 2,2 + 1,6 = 3,8 \text{ м.}$$

Кінематична ширина картоплезбирального агрегату:

$$D_{\text{к}} = \frac{B_{\text{р}}}{2}, \quad (2.11)$$

$$D_{\text{к}} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ м.}$$

Тоді, згідно формули (2.8) будемо мати:

$$E_{\text{мін}} = 0,9 \cdot 1,26 + 3,8 + 0,7 = 5,6 \text{ м.}$$

Визначаємо кратність ходів для встановлення фактичної ширини поворотної смуги

$$Z = \frac{E_{\text{мін}}}{2B_{\text{р}}}. \quad (2.12)$$

$$Z = \frac{5,6}{2 \cdot 1,4} = 1,98, \text{ приймаємо } Z = 2.$$

Фактична ширина поворотної смуги становить:

$$E_{\phi} = 2 \cdot B_p \cdot Z, \quad (2.13)$$

$$E_{\phi} = 2 \cdot 1,4 \cdot 2 = 5,6 \cdot \text{м.}$$

Для розвороту картоплезбирального агрегату визначаємо довжину холостого ходу, скориставшись залежністю

$$L_x = 4R_0 + 2e + c ; \quad (2.14)$$

де e – довжина виїзду агрегату, м,

$$e = 0,1L_x = 0,1 \cdot 3,8 = 0,38 \text{ м,}$$

c – середня довжина холостих ходів, м.

$$L_x = 4 \cdot 1,26 + 2 \cdot 0,38 + 24 = 29 \text{ м.}$$

Визначаємо робочу довжину заїмки:

$$L_p = L - 2E_{\phi}, \quad (2.15)$$

де L – довжина поля, на якому збиратимуть картоплю, м.

$$L_p = 600 - 2 \cdot 5,6 = 588,8 \text{ м.}$$

Визначаємо чистий робочий час картоплезбирального агрегату в заїмці:

$$T_p = \varphi (T_{зм} - T_з); \quad (2.16)$$

де $T_{зм}$, $T_з$ – відповідно тривалість зміни та зупинок енергетичного засобу з працюючим двигуном, год.,

φ – коефіцієнт робочих ходів,

$$T_{зуп} = 0,1 T_{зм}; \quad (2.17)$$

$$T_{зуп} = 0,1 \cdot 7 = 0,7 \text{ год.}$$

Коефіцієнт робочих ходів визначаємо з умови:

$$\varphi = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + L_{хх} \cdot n_{хх}}, \quad (2.18)$$

де n_p , $n_{хх}$ – відповідно кількість робочих та холостих ходів картоплезбирального агрегату в заїмці.

$$n_p = \frac{C}{B_p \cdot \beta}; \quad (2.19)$$

де C – ширина загінки, м (для заданого поля $C = 56$ м),

β – коефіцієнт використання ширини захвату картоплезбирального агрегату,
($\beta = 1$);

$$n_p = \frac{56}{1,4 \cdot 1} = 40.$$

Кількість холостих ходів на загінці:

$$n_{xx} = \frac{C}{B_p \cdot \beta} - 1, \quad (2.20)$$

$$n_{xx} = \frac{56}{1,4 \cdot 1} - 1 = 39.$$

Тоді згідно формули (2.18) будемо мати

$$\varphi = \frac{588,8 \cdot 40}{588,8 \cdot 40 + 29 \cdot 39} = 0,95.$$

Згідно з формулою (2.16), отримаємо

$$T_p = 0,95 \cdot (7 - 0,7) = 6,0 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни визначаємо за формулою

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (2.21)$$

$$\tau = 6,0 / 7 = 0,86.$$

Визначаємо продуктивність картоплезбирального агрегату за зміну

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p \tau T_{зм}, \quad (2.22)$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 4,51 \cdot 0,86 \cdot 7 = 3,79 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність картоплезбирального МТА за годину:

$$W_{год} = 0,1 B_p V_p \tau, \quad (2.23)$$

$$W_{год} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 4,51 \cdot 0,86 = 0,54 \text{ га/год.}$$

Визначаємо затрати праці на одиницю роботи картоплезбирального МТА, скориставшись залежністю

$$z_{np} = \frac{m_{осн} \cdot T_{осн} + m_{дон} T_{дон}}{W_{зм}} \quad (2.24)$$

де $m_{осн}$, $m_{доп}$ – відповідно кількість зайнятих на збиранні картоплі основних та допоміжних працівників;

$T_{осн}$, $T_{доп}$ – відповідно час роботи основних та допоміжних працівників, зайнятих на збиранні картоплі, год.

$$Z_{пр} = \frac{1 \cdot 7 + 12 \cdot 7}{3,79} = 24,01 \text{ люд.год / га.}$$

Визначаємо затрати механічної енергії на одиницю роботи картоплезбирального МТА:

$$A = (N_{зак} + N_{всп}) / W_{год}, \quad (2.25)$$

$$A = (10,8 + 23,6) / 0,54 = 63,70 \text{ кВт/га.}$$

Визначаємо прями питомі експлуатаційні затрати на роботу картоплезбирального МТА, скориставшись формулою [15, 19]

$$B_e = Z_{зн} + Z_{ам} + Z_{рто} + Z_{нал} + Z_{зб}, \quad (2.26)$$

де: $Z_{зн}$ – сума затрат на заробітну плату усіх працівників, зайнятих на обслуговуванні картоплезбирального агрегату, грн/га;

$Z_{ам}$ – сума затрат на амортизацію усіх елементів картоплезбирального МТА, грн/га;

$Z_{рто}$ – сума відрахувань на ремонт і ТО усіх елементів картоплезбирального МТА, грн/га;

$Z_{нал}$ – затрати на паливо, грн/га;

$Z_{зб}$ – затрати на зберігання усіх елементів картоплезбирального МТА, грн/га.

Визначаємо затрати на заробітну плату:

$$Z_{зн} = \frac{n_{мех} P_{мех} + n_{доп} P_{доп}}{W_{год}}, \quad (2.27)$$

де $P_{мех}$ і $P_{доп}$ – відповідно, оплата праці механізаторів і додаткових робітників за годинну норму виробітку, грн/год.

$$Z_{зн} = \frac{1 \cdot 120,0 + 100 \cdot 12}{0,54} = 2407,41 \text{ грн/га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаємо за формулою

$$Z_{ам} = \frac{B_{тр} \alpha_{рентр}}{100W_{э} t_{трф}} + \frac{n_{м} B_{м} \alpha_{ренм}}{100W_{э} t_{мф}}, \quad (2.28)$$

де $B_{тр}$, $B_{м}$ – балансова вартість енергетичного засобу (трактора) та картоплекопача, відповідно, грн.;

$\alpha_{рентр}$, $\alpha_{ренм}$ – коефіцієнт відрахувань на повне відновлення (амортизацію) енергетичного засобу (трактора) та картоплекопача, відповідно, %;

$n_{м}$ – необхідна кількість с.-г. машин в картоплезбиральному МТА;

$t_{трф}$, $t_{мф}$ – тривалість фактичного річного використання енергетичного засобу (трактора) та картоплекопача, відповідно, год.

Балансову вартість трактора і картоплекопача можна наближено визначити з умови 10% торгової націнки, а саме:

$$B = Ц + 0,1Ц, \quad (2.29)$$

де $Ц$ – ціна трактора (картоплекопача), грн.;

для трактора: $640000 + 0,1 \cdot 640000 = 704000$ грн.;

для картоплекопача: $142000 + 0,1 \cdot 142000 = 156200$ грн.

$$Z_{ам} = \frac{704000 \cdot 12,5}{100 \cdot 0,54 \cdot 1800} + \frac{156200 \cdot 14,2}{100 \cdot 0,54 \cdot 50} = 912,03 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування усіх елементів картоплезбирального машинно-тракторного агрегату визначаємо формулою

$$Z_{рто} = \frac{B_{тр} (\alpha_{кртр} + \alpha_{ртотр})}{100W_{э} t_{пртр}} + \frac{n_{м} B_{м} \alpha_{ртом}}{100W_{э} t_{прм}}, \quad (2.30)$$

де $\alpha_{кртр}$ – коефіцієнт відрахувань на КР енергетичного засобу (трактора), %;

$\alpha_{ртотр}$, $\alpha_{ртом}$ – відповідно, норма відрахувань на ПР та ТО енергетичного засобу і картоплекопача, %;

$t_{пртр}$, $t_{прм}$ – відповідно, нормативне річне завантаження енергетичного засобу і картоплекопача, год.

$$Z_{рто} = \frac{704000 \cdot (4 + 22)}{100 \cdot 0,54 \cdot 1800} + \frac{156200 \cdot 17}{100 \cdot 0,54 \cdot 50} = 1171,79 \text{ грн./га.}$$

Витрати палива визначаємо із співвідношення

$$G_n = (N_e \cdot q) / W_{\text{зод}} \cdot \quad (2.31)$$

де q – питома ефективна витрата палива двигуном енергетичного засобу, г · кВт/год., ($q = 0,256$ г · кВт/год.) [19]

$$G_n = (72,2 \cdot 0,256) / 0,54 = 34,47 \text{ кг/га.}$$

Вартість палива, витраченою на один гектар виконаної роботи (викопування картоплі) визначається з умови

$$Z_{\text{нал}} = C_n \cdot G_n \cdot \quad (2.32)$$

де C_n – комплексна ціна ПММ, грн./кг.

$$Z_{\text{нал}} = 34,47 \cdot 50,0 = 1723,50 \text{ грн/га.}$$

Затрати на зберігання можна визначати, виходячи з умови, що вони становитимуть 6,5% від затрат на ремонт і ТО елементів картоплезбирального агрегату.

$$Z_{\text{зб}} = 0,065 \cdot Z_{\text{пто}} \cdot \quad (2.33)$$

$$Z_{\text{зб}} = 0,065 \cdot 1171,79 = 76,17 \text{ грн/га.}$$

Таким чином, згідно формули (2.26) будемо мати:

$$B_e = 2407,41 + 912,03 + 1171,79 + 1723,50 + 76,17 = 6290,90 \text{ грн/га.}$$

Як видно з розрахунків, прямі питомі затрати на збирання картоплі становлять 6290,90 грн/га.

2.4 Технологічна наладка МТА для збирання картоплі

Технологічна наладка МТА для збирання картоплі передбачає послідовне виконання окремих операцій з щозмінного та періодичного (за необхідності) ТО для трактора і картоплекопача.

Усі операції слід виконувати у логічній послідовності, виділивши чотири основні етапи:

- попередня перевірка технічного стану окремо для енергетичного засобу (трактора) та картоплекопача,
- попередня підготовка до роботи та технологічні регулювання картоплекопача з наступним його начепленням на начіпку трактора,
- перевірка трактора і картоплекопача безпосередньо перед виїздом у поле,

- польова перевірка якості роботи МТА й усунення несправностей, відмова та остаточні регулювання технологічних параметрів картоплекопача.

Висновки

1. Продуктивність МТА для збирання картоплі у складі трактора Беларус 892.2 і картоплекопача КТН-2Б сягає 3,79 га/зм,
2. Затрати праці на одиницю роботи МТА для збирання картоплі становлять 24,01 люд.год./га;
3. Прямі питомі експлуатаційні затрати під час збирання картоплі МТА у складі трактора Беларус 892.2 і картоплекопача КТН-2Б сягають 6290,90 грн./га.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧА

3.1 Обґрунтування конструктивної розробки

Для підвищення ефективності роботи елеваторного картоплекопача просіваючого типу КТН-2Б на важких ґрунтах з підвищеною чи пониженою вологістю, виникає необхідність удосконалити його окремі вузли чи агрегати, зокрема сепарувальні робочі органи (див. арк. 3, 4 та 5 графічної частини).

Суть удосконалення полягає у встановленні над підкопувальними лемешами і прутковим елеватором двох активних додаткових пальцевих барабанів (роторів) з механізмом їх приводу та гасників (прогумованого фартуха) переміщення картопляного вороху. У передній частині, по обидві сторони підкопувальних лемешів картоплекопача доцільно також змонтувати самовстановлювальні диски.

Удосконалений картоплекопач працює аналогічно до базової моделі, тобто під час руху агрегату лемеші підкопують два суміжних рядки і подають підкопаний пласт на прутковий сепаратор. Одночасно пальчасті барабанів, що обертаються, захоплюють частину підкопаного пласта, кришать його і частково розривають та рівномірним потоком переміщують до середньої частини елеватора. Грудочки ґрунту розкришуються й просіваються між пальцями всередину барабанів (роторів), з яких ґрунт виноситься за межі пруткового елеватора і скидається на поверхню викопаного поля.

3.2 Розрахунок запропонованого удосконалення

Привід роторних коліс 3 (рисунок 3.1), додатково встановлених на картоплекопачі здійснюється від ВВП енергетичного засобу через карданну передачу, редуктор 1, пасові передачі 4 та конічні редуктори 2 і 5.

Тому розрахунки проводимо з метою визначення параметрів приводу і окремих його складових.

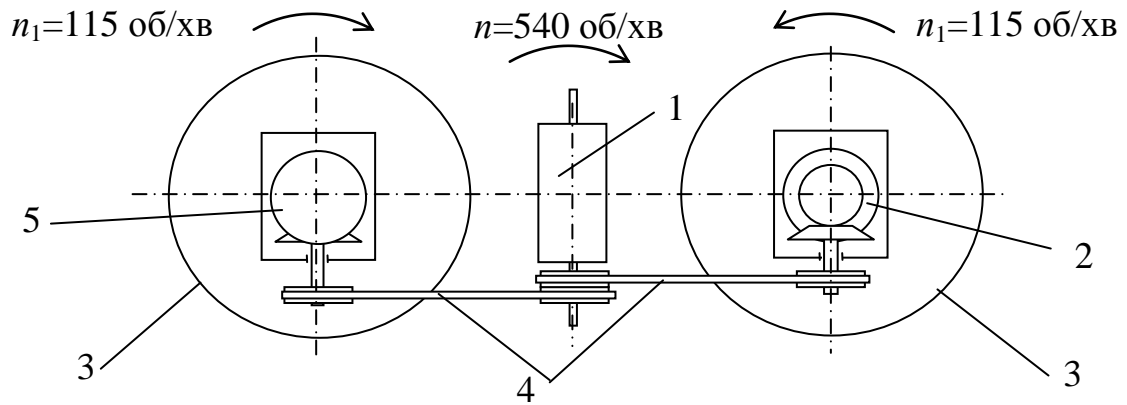


Рисунок 3.1 Схема приводу робочих органів удосконаленого картоплекопача:

1, 2, 5 – редуктори; 3 – роторні колеса (барабани); 4 – пасова передача.

3.2.1 Розрахунок пасової передачі

Згідно попередніх умов (див. рисунок 3.1) відомо, що $P=4,3$ кВт, $n=540$ об/хв., передаточне відношення пасової передачі $i_p=2,03$, а коефіцієнт проковзування пасів $\varepsilon=0,015$ [9].

Розрахунок передачі проводимо згідно [9].

Визначаємо крутний момент за формулою

$$T = \frac{P}{\omega_{np}}, \quad (3.1)$$

$$T = \frac{4,3 \cdot 10^3}{56,6} = 76,1 \cdot 10^3 \text{ Н мм.}$$

Визначаємо діаметр меншого шківця за формулою

$$d \approx (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{T}, \quad (3.2)$$

$$d \approx (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{76,1 \cdot 10^3} = 126 \div 168 \text{ мм.}$$

Згідно [9], із врахуванням того, що діаметр шківця не може бути 125 мм, приймаємо для пасу перерізу Б $d_1=140$ мм.

Діаметр великого шківця визначається за формулою

$$d_2 = d_1 \cdot i_p \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3.3)$$

$$d_2 = 2.03 \cdot 140 \cdot (1 - 0.015) = 279.9 \text{ мм};$$

Приймаємо $d_2 = 280 \text{ мм}$.

Уточнюємо передаточне відношення згідно формули (3.3)

$$i_p = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)} = \frac{280}{140 \cdot (1 - 0.015)} = 2.03$$

При цьому кутова швидкість вала кінчного редуктора буде

$$\omega_b = i_p \cdot \omega_{кр} \quad (3.4)$$

$$\omega_b = 2.03 \cdot 56.5 = 115 \text{ рад/с}$$

Визначаємо міжосьову відстань, яка повинна лежати в інтервалі:

$$a_{\min} = 0.55 \cdot (d_1 + d_2) + T_o \quad (3.5)$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2$$

де T_o - висота перерізу паса, $T_o = 10.5 \text{ мм}$ [9].

$$a_{\min} = 0.55 \cdot (140 + 280) + 10.5 = 241.5 \text{ мм}$$

$$a_{\max} = 140 + 280 = 420 \text{ мм}$$

Але ця відстань не забезпечить технологічного процесу, тому приймаємо її рівною 700 мм.

Розрахункова довжина паса визначається за формулою

$$L = 2a_p + 0.5\pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_p} \quad (3.6)$$

$$L = 2 \cdot 700 + 0.5 \cdot 3.14 \cdot (140 + 280) + \frac{(280 - 140)^2}{4 \cdot 700} = 2066.4 \text{ мм}.$$

Приймаємо найближче за стандартом значення $L = 2120 \text{ мм}$

Уточнене значення міжосьової відстані з врахуванням стандартної довжини визначається за формулою

$$a_p = 0.25 \cdot \left[(L - \omega) + \sqrt{(L - \omega)^2 - 2y} \right] \quad (3.7)$$

де $\omega = 0.5\pi \cdot (d_1 + d_2) = 0.5 \cdot 3.14 \cdot (140 + 280) = 659.4 \text{ мм}$;

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (280 - 140)^2 = 1.96 \cdot 10^4 \text{ мм}$$

$$a_p = 0.25 \cdot \left[(2120 - 659.4) + \sqrt{(2120 - 659.4)^2 - 2 \cdot 1.96 \cdot 10^4} \right] = 698 \text{ мм.}$$

Кут охоплення меншого шківa визначається за формулою

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a_p} \quad (3.8)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{280 - 140}{698} = 168^\circ$$

Визначаємо кількість пасів в передачі за формулою

$$Z = \frac{P \cdot C_p}{P_o \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_Z} \quad (3.9)$$

де C_p - коефіцієнт, що враховує режим роботи, $C_p = 1.1$ [9],

C_L - коефіцієнт, що враховує вплив довжини паса; $C_L = 0.98$ [9],

C_α - коефіцієнт, що враховує вплив кута охоплення; $C_\alpha = 0.97$ [9],

C_Z - коефіцієнт, що враховує кількість пасів, $C_Z = 0.95$ [1],

P_o - потужність, що передається одним пасом, кВт; $P_o = 2,8$ кВт [9],

P - потужність приводу одного конічного редуктора, кВт.

$$Z = \frac{2.15 \cdot 1.1}{2.8 \cdot 0.98 \cdot 0.97 \cdot 0.95} = 0.93$$

приймаємо $Z = 1$.

Визначаємо натяг вітки паса за формулою

$$F_o = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{Z \cdot V \cdot C_\alpha} + \theta \cdot V^2 \quad (3.10)$$

де V - швидкість, м/с;

θ - коефіцієнт, що враховує відцентрову силу, Н с²/м²;

$$\theta = 0,18 \text{ Н с}^2/\text{м}^2$$

$$V = 0.5 \cdot \omega_{np} \cdot d_1 \quad (3.11)$$

$$V = 0.5 \cdot 56.5 \cdot 140 \cdot 10^{-3} = 4 \text{ м/с}$$

$$F_o = \frac{850 \cdot 2.15 \cdot 1.1 \cdot 0.98}{1 \cdot 4 \cdot 0.97} + 0.18 \cdot 4^2 = 690.6 \text{ Н.}$$

Визначаємо тиск на вали за формулою

$$F_g = 2 \cdot F_o \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad (3.12)$$

$$F_g = 2 \cdot 690.6 \cdot 1 \cdot \sin 84 = 1367.4 \text{ Н}$$

Визначаємо ширину шківів за формулою

$$B_m = (Z - 1) \cdot e + 2f \quad (3.13)$$

де e - крок між сусідніми канавками, мм;

f - відстань від торця шківа до середини першої канавки, мм

$$B_m = (1 - 1) \cdot 19 + 2 \cdot 12.5 = 25 \text{ мм.}$$

Отже, ми знайшли необхідні параметри робочих режимів роботи пасової передачі, її окремих вузлів і деталей, підібрали необхідну кількість пасів для нормальної роботи машини. Далі необхідно провести розрахунки параметрів і режимів роботи конічного редуктора.

3.2.2 Розрахунок конструктивних параметрів конічної передачі

З попередніх розрахунків і рисунка 3.1 маємо такі вихідні дані: привідний вал має оберти $n = 1100$ об/хв.; $\omega_1 = 115.1$ рад/с; передаточне відношення $u_p = 1$. Вихідний вал має такі ж параметри, оскільки передаточне відношення дорівнює 1.

Визначаємо крутні моменти шестерні і колеса

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} \quad (3.14)$$

шестерня:
$$T_1 = \frac{2.15 \cdot 10^3}{115.1} = 37.4 \cdot 10^3 \text{ Н мм};$$

колесо:
$$T_2 = T_1 \cdot u_p = 37.4 \cdot 10^3 \cdot 1 = 37.4 \cdot 10^3 \text{ Н мм.} \quad (3.15)$$

Вибираємо для шестерні і колеса матеріал сталь 40 покращену з твердістю HB245.

Визначаємо допустимі контактні напруження за формулою

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot K_{HL}}{[S_H]} \quad (3.16)$$

де K_{HL} - коефіцієнт довговічності, $K_{HL} = 1$

$[S_H]$ – коефіцієнт безпечності, $[S_H] = 1,15$ [9]

$$\sigma_{Hlimb} = 2HB + 70 = 2 \cdot 245 + 70 = 560 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma_H] = \frac{560 \cdot 1}{1,15} = 485 \text{ МПа.}$$

Визначаємо зовнішній дільний діаметр колеса за формулою

$$d_{ez} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 \cdot (1 - 0,5\psi)^2 \cdot \psi}} \quad (3.17)$$

де K_d - коефіцієнт, що залежить від форми зубів, $K_d = 99$;

$K_{H\beta}$ - коефіцієнт, який залежить від розміщення шестерні, $K_{H\beta} = 1,35$; ψ - коефіцієнт ширини вінця, $\psi = 0,285$.

$$d_{ez} = 99 \sqrt[3]{\frac{37,4 \cdot 10^3 \cdot 1,35 \cdot 1}{485^2 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,285)^2 \cdot 0,285}} = 103,3 \text{ мм,}$$

приймаємо стандартне значення $d_{ez} = 100$ мм.

Визначаємо кількість зубів колеса за формулою

$$Z_{1min} = 17 \cos \delta_1 \quad (3.18)$$

де δ_1 - кут нахилу зубів колеса;

$$\delta_1 = \arctg u = \arctg 1 = 45^\circ$$

$$Z_{1min} = 17 \cdot 0,71 = 12$$

Згідно рекомендацій [9] приймаємо $Z_1 = 18 = Z_2$.

Визначаємо зовнішній модуль

$$m_e = \frac{d_{ez}}{Z_2} \quad (3.19)$$

$$m_e = \frac{100}{18} = 5,6 \text{ мм.}$$

Визначаємо коефіцієнт ширини колеса (шестерні) по середньому діаметру

$$\psi_{bd} = \frac{b}{d_2} \quad (3.20)$$

$$\psi_{bd} = \frac{b}{d} = 0,27.$$

Розрахунки інших параметрів передачі зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1–Розрахункові параметри шестерні і колеса кіничного редуктора приво-
воду роторних коліс картоплекопача

Параметри	Позначення	Значення
Зовнішній ділильний діаметр	d_{ez}	100
Зовнішня конусна відстань	R_e	71
Ширина зубчатого вінця	B	21
Середня конусна відстань	R	60
Середній модуль	m	4.73
Середній ділильний діаметр	d_z	77.4
Кут ділильного конуса	δ	$\delta_1 = \delta_2 = 45^\circ$
Зовнішня висота зуба	h_e	12.32
Зовнішня висота головки зуба	h_{ae}	5.6
Зовнішня висота ніжки зуба	h_{fe}	6.72
Кут ніжки зуба	Q_f	$5^\circ 4'$
Зовнішній діаметр вершин зубів	d_{ae}	107.95

Середня колова швидкість коліс

$$V = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2} \quad (3.21)$$

$$V = \frac{115.1 \cdot 77.4}{2} = 4.45 \text{ м/с.}$$

Назначаємо 7 ступінь точності для даної кіничної передачі.

Для перевірки контактних напружень визначаємо коефіцієнт навантаження:

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{HV} \quad (3.22)$$

де $K_{H\beta}$ - коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по довжині зуба,

$$K_{H\beta} = 1.23;$$

$K_{H\alpha}$ - коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між прямими зубами,

$$K_{H\alpha} = 1.0;$$

K_{HV} - коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження, $K_{HV} = 1.05$.

Таким чином, $K_H = 1.23 \cdot 1.0 \cdot 1.05 = 1.30$

Сили, що діють в зачепленні:

колова
$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_1} \quad (3.23)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 37.4 \cdot 10^3}{77.4} = 966.4 \text{ Н.}$$

Радіальна для шестерні дорівнює осьовій для колеса, а осьова для шестерні дорівнює радіальній для колеса, тому

$$F_{r1} = F_{a2} = F_{r2} = F_{a1} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \sigma \quad (3.24)$$

$$F_{r1} = F_{a2} = F_{r2} = F_{a1} = 966.4 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \sin 45^\circ = 251.3 \text{ Н}$$

Перевіряємо зуби на виносливість по навантаженнях згину

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F \cdot Y_F}{V_F \cdot b \cdot m} \leq [\sigma_F] \quad (3.25)$$

де K_F - коефіцієнт навантаження;

Y_F - коефіцієнт форми зуба, $Y_F = 4.28$

$$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{FV} \quad (3.26)$$

де $K_{F\beta}$ - коефіцієнт концентрації навантаження, $K_{F\beta} = 1.38$;

K_{FV} - коефіцієнт динамічності, $K_{FV} = 1.45$

$$K_F = 1.45 \cdot 1.38 = 2.00$$

$$\sigma_F = \frac{966.4 \cdot 2.0 \cdot 4.28}{0.85 \cdot 21 \cdot 4.73} = 97.98 \text{ МПа} < [\sigma_F] = 250 \text{ МПа.}$$

3.2.3 Попередній розрахунок валів та вибір підшипників

Крутні моменти в поперечних перерізах валів

$$T_{K1} = T_1 = T_{K2} = 76.1 \cdot 10^3 \text{ Н мм}$$

Визначаємо діаметр вихідного кінця валу при $[\tau_K]=20$ МПа за формулою

$$d_{b1} = \sqrt[3]{\frac{T_{K1}}{0.2[\tau_K]}}; \quad (3.27)$$

$$d_{b1} = \sqrt[3]{\frac{76.1 \cdot 10^3}{0.2 \cdot 20}} = 26.7 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{b1} = 28 \text{ мм} = d_{b2}$; діаметр під підшипник $d_{n1} = 35 \text{ мм}$, діаметр під шестерню (колесо) $d_u = 40 \text{ мм}$. Для конічної пари вибираємо конічний однорядний підшипник легкої серії 7207 для якого $d_1 = 35 \text{ мм}$; $D_1 = 72 \text{ мм}$
 $T_0 = 18.25 \text{ мм}$; $e = 0.37$.

Для встановлення підшипників необхідно визначити місця прикладання радіальних реакцій

$$a_1 = \frac{T_0}{2} + \frac{(d_1 + D_1) \cdot e_1}{6} \quad (3.28)$$

$$a_1 = \frac{18.25}{2} + \frac{(35 + 72) \cdot 0.37}{6} \approx 16 \text{ мм.}$$

Відстань від середнього діаметра шестерні до реакції підшипника

$$f_1 = d_1 + a_1 \quad (3.29)$$

$$f_1 = 35 + 16 = 51 \text{ мм.}$$

Відстань між реакціями підшипників веденого вала

$$C_1 \approx (1.4 \div 2.3) \cdot f_1 \quad (3.30)$$

$$C_1 \approx (1.4 \div 2.3) \cdot 51 = 79.4 \div 117.3,$$

приймаємо $C_1 = 94 \text{ мм}$.

Для ведучого вала приймаємо: $C_2 = 130 \text{ мм}$; $f_2 = 130 \text{ мм}$; $l_2 = 60 \text{ мм}$.

3.2.4 Перевірка довговічності підшипників

Для перевірки довговічності підшипників скористуємося попередніми розрахунковими даними та рисунком 3.2.

З попередніх розрахунків маємо:

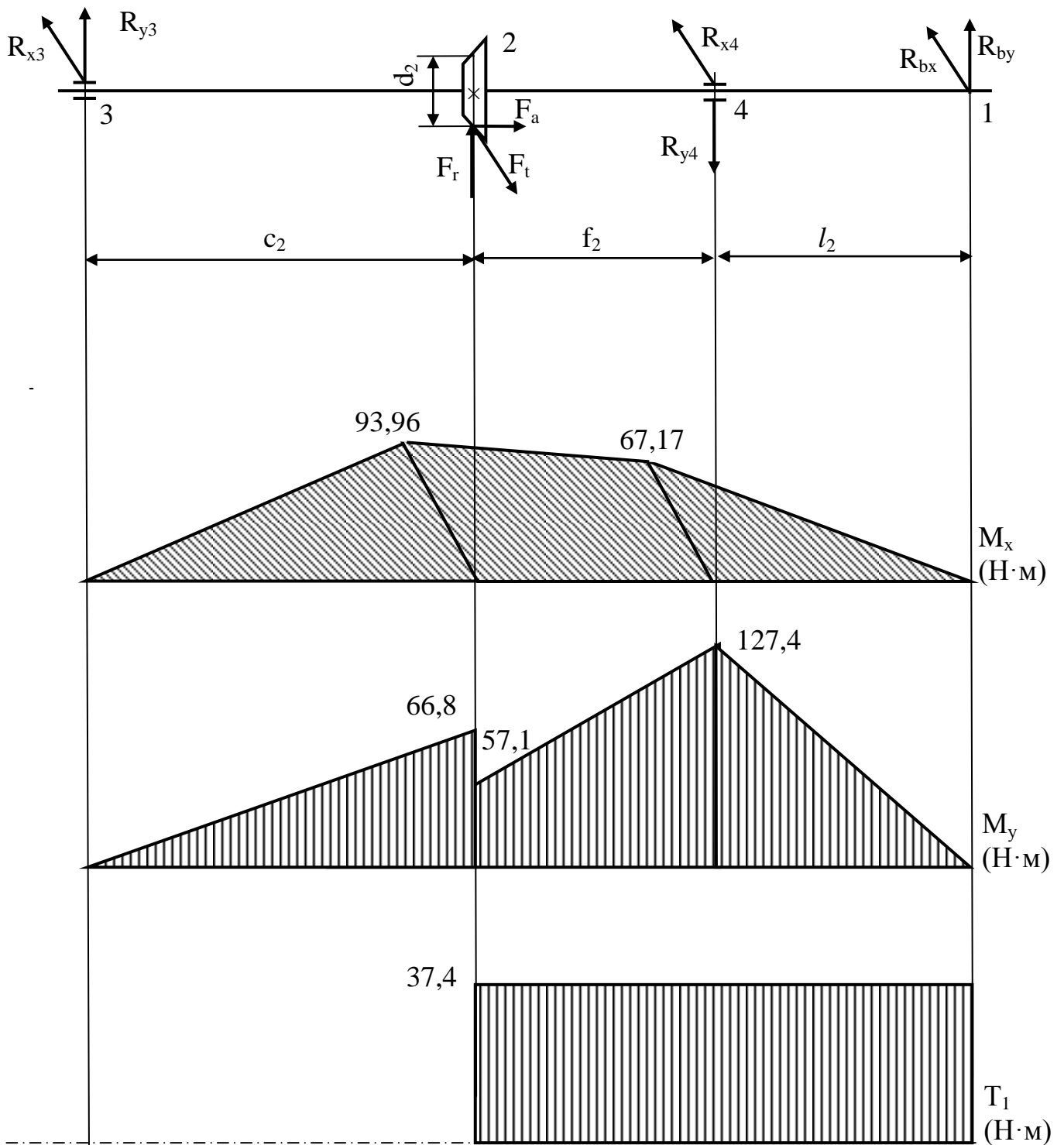


Рисунок 3.2 Розрахункова схема ведучого вала та епюри згинальних і крутних моментів

$$F_t = 966.4 \text{ Н}; F_r = F_a = 251.3 \text{ Н}$$

Навантаження на вал від пасової передачі $F_b = 1367.4 \text{ Н}$.

Складові цього навантаження:

$$F_{bx} = F_{by} = F_b \cdot \sin \gamma = 1367.4 \cdot \sin 45^\circ = 1067.1 \text{ Н}$$

Знайдемо реакції в площині XZ :

$$\sum M_4 = 0: F_{bx} \cdot l_2 - R_{x3} \cdot (C_2 + f_2) + F_t \cdot f_2 = 0;$$

$$R_{x3} = \frac{F_{bx} \cdot l_2 + F_t \cdot f_2}{C_2 + f_2} \quad (3.31)$$

$$R_{x3} = \frac{1067.1 \cdot 60 + 966.4 \cdot 50}{50 + 130} = 722.8 \text{ Н}$$

$$\sum M_3 = 0: -F_t \cdot c_2 + R_{x4} \cdot (c_2 + f_2) + F_{by} \cdot (c_2 + f_2 + l_2) = 0;$$

$$R_{x4} = \frac{F_t \cdot c_2 - F_{by} \cdot (c_2 + f_2 + l_2)}{c_2 + f_2};$$

$$R_{x4} = \frac{966.4 \cdot 130 - 1067.1 \cdot (130 + 50 + 60)}{50 + 130} = -1119.5 \text{ Н}$$

Оскільки знак від'ємний, то слід поміняти напрям реакції.

Знайдемо реакції в площині YZ :

$$\sum M_3 = 0: -R_{y4} \cdot (c_2 + f_2) + F_{by} \cdot (c_2 + f_2 + l_2) + F_r \cdot c_2 + F_a \cdot \frac{d_2}{2} = 0;$$

$$R_{y4} = \frac{R_{by} \cdot (c_2 + f_2 + l_2) + F_2 \cdot c_2 + F_a \cdot \frac{d_2}{2}}{c_2 + f_2}.$$

$$R_{y4} = \frac{1067.1 \cdot (50 + 130 + 60) + 251.3 \cdot 50 + 251.3 \cdot \frac{77.4}{2}}{50 + 130} = 2128.4 \text{ Н.}$$

Визначаємо сумарні реакції

$$P_{r3} = \sqrt{R_{x3}^2 + R_{y3}^2};$$

$$P_{r3} = \sqrt{722.8^2 + 514^2} = 886.9 \text{ Н}$$

$$P_{r4} = \sqrt{R_{x4}^2 + R_{y4}^2};$$

$$P_{r4} = \sqrt{1119.5^2 + 2128.4^2} = 2404.9 \text{ Н.}$$

Осьові складові радіальних реакцій конічних підшипників визначаємо за формулою

$$\begin{cases} S_3 = 0.83 \cdot e \cdot P_{r3} \\ S_4 = 0.83 \cdot e \cdot P_{r4} \end{cases}$$

де e - параметр осьового навантаження; $e = 0.37$.

$$S_3 = 0.83 \cdot 0.37 \cdot 886.9 = 272.4 \text{ Н}$$

$$S_4 = 0.83 \cdot 0.37 \cdot 2404.9 = 738.5 \text{ Н}$$

Оскільки $S_4 > S_3$, $F_a > 0$, то $P_{a3} = S_3 = 272.4$ Н.

$$P_{a4} = S_4 + F_a = 738.5 + 251.3 = 989.8 \text{ Н.}$$

Розглянемо правий підшипник.

Відношення $\frac{P_{a4}}{P_{r4}} = \frac{989.8}{2404.9} = 0.41 > e$, тому треба враховувати осьове наванта-

ження.

Еквівалентне навантаження визначається за формулою

$$P_{e4} = (X \cdot \nu \cdot P_{r4} + Y \cdot P_{a4}) \cdot K_\delta \cdot K_T \quad (3.32)$$

де ν - коефіцієнт, що залежить від обертання внутрішнього кільця, $\nu = 1$;

X - коефіцієнт радіального навантаження, $X = 0.4$;

Y - коефіцієнт осьового навантаження, $Y = 1.62$;

K_δ - коефіцієнт, який залежить від режиму роботи підшипника; $K_\delta = 1$;

K_T - температурний коефіцієнт, $K_T = 1$.

$$P_{e4} = (0.4 \cdot 1 \cdot 2404.9 + 1.62 \cdot 989.8) \cdot 1 \cdot 1 = 2592.5 \text{ Н}$$

Розрахункова довговічність визначається за формулою

$$L_{np} = \left(\frac{C}{3_{e4}} \right)^{\frac{10}{3}} \quad (3.33)$$

де C - допустиме динамічне навантаження, $C = 38.5$ к Н

$$L_{np} = \left(\frac{38.5}{2.6} \right)^{\frac{10}{3}} = 7287.99 \text{ млн. об.}$$

Розглянемо лівий підшипник.

Відношення $\frac{P_{a3}}{P_{r3}} = \frac{272.4}{886.9} = 0.31 < e$, тому осьове навантаження не враховуємо.

Еквівалентне навантаження визначаємо за формулою

$$P_{e3} = \nu \cdot P_{r4} \cdot K_{\delta} \cdot K_T \quad (3.34)$$

$$P_{e3} = 2404.9 \text{ Н}$$

Розрахункова довговічність визначається згідно (3.33):

$$L_{\text{ліє}} = \left(\frac{38.5}{2.4} \right)^{\frac{10}{3}} = 9442,3 \text{ млн. об.}$$

Знайдена довговічність як правого, так і лівого підшипника задовольняє вимоги до експлуатації.

3.2.5 Уточнений розрахунок ведучого вала

Вибираємо матеріал вала сталь 45 нормалізована; $\sigma_b = 570$ МПа; межі вивірності: $\sigma_{-1} = 0.43 \cdot 570 = 246$ МПа і $\tau_{-1} = 0.58 \cdot 246 = 142$ МПа.

Для того щоб визначити коефіцієнт запасу міцності необхідно вибрати один переріз з найменшим запасом. Для цього слід знайти згинальні моменти в двох взаємно перпендикулярних площинах та побудувати їх епюри.

Для побудови епюр (див. рисунок 3.2) визначаємо згинальні моменти в характерних перерізах вала.

Вертикальна площина (YOZ) :

переріз 3: $M_x = 0$;

переріз 2: $M_x = R_{x3} \cdot c_2 = 722.8 \cdot 130 = 93.96$ Н м ;

переріз 4: $M_x = R_{x4} \cdot l_3 = 1119.5 \cdot 60 = 67.17$ Н м;

переріз 1: $M_x = 0$.

Горизонтальна площина (XOZ) :

переріз 3: $M_y = 0$;

переріз 2: зліва $M_y = R_{y3} \cdot c_2 = 514 \cdot 130 = 66.8$ Н м;

$$\text{справа } M_y = R_{y3} \cdot c_2 - F_a \cdot \frac{d}{2} = 514 \cdot 130 - 251.3 \cdot \frac{77.4}{2} = 57.1 \text{ Н м};$$

переріз 4: $M_y = R_{y4} \cdot l_3 = 2128.4 \cdot 60 = 127.7$ Н м;

переріз 1: $M_y = 0$.

Передача крутного моменту проходить вздовж осі вала і становить 37.4 Н м.

Сумарний згинальний момент, який діє піл колесом

$$M_{згк} = \sqrt{(R_{x3} \cdot c_2)^2 + (R_{y3} \cdot c_2)^2}; \quad (3.35)$$

$$M_{згк} = \sqrt{(722.8 \cdot 130)^2 + (514 \cdot 130)^2} = 88.4 \cdot 10^3 \text{ Н мм}$$

Під підшипником діє згинальний момент

$$M_{згн} = F_b \cdot l_3; \quad (3.36)$$

$$M_{згн} = 1367.4 \cdot 60 = 82.04 \cdot 10^3 \text{ Н мм}$$

Оскільки момент опору $W_K > W_n$ пропорційно $(\frac{d_K}{d_n})^3 = (\frac{40}{35})^3 = 1.46$, тобто на

46%. Тому з двох перерізів більш небезпечне буде під підшипником.

Момент опору напружень:

$$W = \frac{\pi \cdot d_n^3}{32} \quad (3.37)$$

$$W = \frac{3.14 \cdot 35^3}{32} = 4.21 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Амплітуда нормальних напружень:

$$\sigma_v = \sigma_{max} = \frac{M_{згк}}{W}, \quad (3.38)$$

$$\sigma_v = \sigma_{max} = \frac{88.4 \cdot 10^3}{4.21 \cdot 10^3} = 20.99 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу міцності за нормальними напруженнями:

$$S_\sigma = \frac{\sigma - l}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_v} \quad (3.39)$$

де K_σ - ефективний коефіцієнт концентрації нормальних напружень;

ε_σ - масштабний фактор для нормальних напружень.

Згідно [9] $\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} = 2.65$

$$S_{\sigma} = \frac{246}{2.65 \cdot 20.99} = 4.42$$

Полярний момент опору :

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_n^3}{16} = 2W \quad (3.40)$$

$$W_p = 2 \cdot 4.21 \cdot 10^3 = 8.42 \cdot 10^3 \text{ мм}^3 .$$

Амплітуда і середнє напруження циклу дотичних напружень:

$$\tau_p = \tau_m = \frac{\tau_{max}}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{T_2}{W_p} \quad (3.41)$$

$$\tau_p = \frac{37,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 8,42 \cdot 10^3} = 2,22 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях:

$$S_{\tau} = \frac{\tau - 1}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \cdot \tau + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} . \quad (3.42)$$

де K_{τ} - ефективний коефіцієнт концентрації дотичних напружень;

ε_{τ} - масштабний фактор для дотичних напружень

$$\text{Відношення } \frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} = 0,6 \cdot \frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} + 0,4$$

$$\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} = 0,6 \cdot 2,65 + 0,4 = 1,99 ;$$

$$S_{\tau} = \frac{142}{1,99 \cdot 2,22 + 0,1 \cdot 2,2} = 31,02 .$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} . \quad (3.43)$$

$$S = \frac{31,02 \cdot 4,42}{\sqrt{31,02^2 + 4,42^2}} = 4,38 > [S] .$$

Таким чином, умова міцності забезпечена, оскільки для нормальної роботи $[S] = 2,5 \div 3,0$. Отримане значення відповідає цим умовам.

Висновки

1. Для приводу роторів необхідно встановити пасову передачу з діаметрами шківів $d_1 = 140$ мм та $d_2 = 280$ мм;
2. Зовнішній діаметр шестерні конічного редуктора приводу роторів $d_{I_3} = 100$ мм;
3. Вихідний кінець вала редуктора приймаємо $d_{b1} = 28$ мм $= d_{b2}$; діаметр підшипник $d_{n1} = 35$ мм, діаметр під шестерню (колесо) $d_u = 40$ мм.;
4. Для конічної пари вибираємо конічний однорядний підшипник легкої серії 7207 для якого $d_1 = 35$ мм; $D_1 = 72$ мм.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Окреслення чинників можливих травм та аварій під час збирання картоплі

Збирання картоплі виконуємо МТА, що складається з трактора Беларус 892.2 та удосконаленого картоплекопача КТН-2Б, робочі органи якого приводяться в дію від ВВП даного енергетичного засобу.

Серед основних можливих чинників отримання травм та виникнення аварій необхідно виділити постійно небезпечні зони (рисунок 4.1)

Особливо небезпечною є зона Б спереду картоплекопача (заштрихована ділянка), що характеризується наявністю великої кількості активних робочих органів та механізмів їх приводу і регулювання. Так карданна передача 3 становить певну небезпеку через постійне обертання. Ця ділянка обов'язково повинна бути захищена кожухом. У випадку регулювань робочих органів картоплекопача чи очищення їх від рослинних решток або землі необхідно відключити ВВП. Категорично забороняється прокручувати карданну передачу сторонніми предметами. Підкопувальні робочі органи 4 під час роботи перебувають у ґрунті і становлять певну небезпеку при набіганні на перешкоди (камені), тому під час роботи необхідно слідкувати за їх загостренням та станом відкідних пальців. Прутковий елеватор 7 відсіває від картоплі земельні та рослинні рештки. Забороняється прощтовхувати ворох, що є на полотні, руками, або сторонніми предметами. Особливо небезпечними є додаткові ротори 5, встановлені над елеватором і обертаються назустріч один одному. Між ними можуть залипати грудки і рослинні рештки, тому їх очищення слід проводити після повної зупинки двигуна енергетичного засобу. Під час роботи забороняється знаходитися поблизу роторів через можливе викидання ними каміння, грудок землі чи рослинних решток.

Привід роторів здійснюється від центрального редуктора пасовою передачею 6, яка становить певну небезпеку, якщо під час роботи не буде закрита кожухом чи щитком.

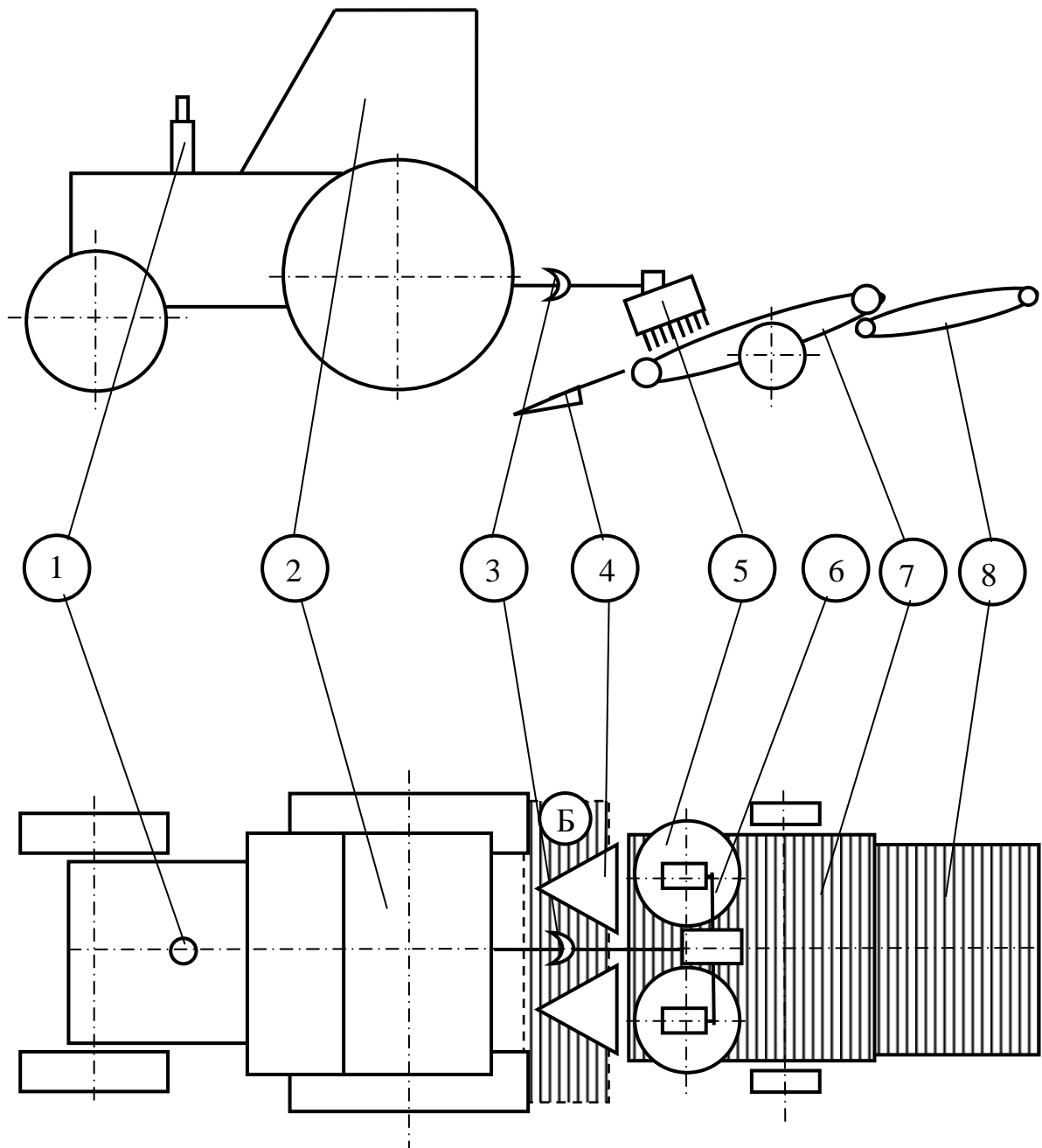


Рисунок 4.1 Схема розміщення постійних травмонебезпечних зон на картопле-
збиральному агрегаті у складі трактора Беларус 892.2 і копача КТН-2Б:

1 – відпрацьовані гази; 2 – кабіна механізатора; 3 – карданна передача; 4 – підкопу-
вальний леміш; 5 – ротор, 6 – пасова передача, 7 – основний прутковий елеватор;
8 – каскадний елеватор.

Наступним травмонебезпечним місцем є задня частина картоплекопача. Робочі зони 7, та 8 характеризуються підвищеною травмонебезпечністю, бо відділяють від картоплі рослинні рештки і каміння, виносячи їх за межі машини. Слідкувати потрібно за натягом віток елеваторів, не допускати їх надмірного провисання і перекосу окремих ланок транспортера.

Картоплекопач має активні робочі органи, тому важливим є своєчасне і правильне регулювання натягу ланцюгових передач і пасових передач, надійність їх кріплення. Всі вони повинні бути закриті кожухами або щитами.

Місце приєднання картоплекопача до трактора і сам енергетичний засіб розглядаються також як елемент, в яких за певних умов можуть виникати поломки чи пошкодження, що призведуть до аварій. Так енергетичний засіб повинен рухатися з певною швидкістю, особливо на поворотах та при роботі на схилах. Кабіна 2 трактора теж вимагає до себе уваги, оскільки в ній повинен забезпечуватися певний мікроклімат, освітленість робочого місця, відсутність угарних газів 1. За відсутності даних вимог механізатор може зазнати травм, пошкоджень або захворювань.

4.2 Розроблення моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час збирання картоплі

Під час збирання картоплі картоплекопачами можуть виникати чисельні аварійні та травмонебезпечні ситуації. Тому необхідно чітко визначити небезпечні умови і вживати заходів для їх усунення.

Особливо небезпечним є рух агрегату під час його повороту (розвороту) в кінці загінки. Підкопувальні робочі органи при цьому підняті, а тому проаналізуємо можливість виникнення аварій внаслідок використання трактора зі спрацьованими понад норму ґрунтозачепами на шинах (НУ1), експлуатації трактора без гальм (НУ2) за послідовного перевищення швидкості руху (НД1) і терміновому різкому гальмуванню (НД2). Такі умови можуть спричинити занос трактора (НС1), а при наявності на полі заглиблення (НУ3) станеться перекидання трактора (НС2).

Схема процесу формування і виникнення аварій (А) та травм (Т) буде мати такий вигляд:

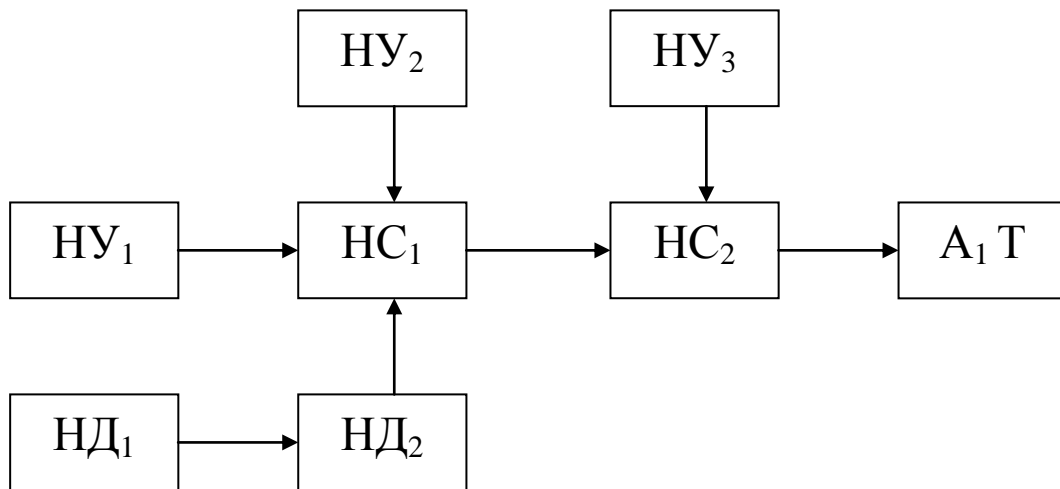


Рисунок 4.2 Схема процесу формування і виникнення аварій (А) та травм (Т)

Із наведеної схеми видно, що ситуація “занос трактора” (НС1) переходить у більш небезпечну – “перекидання трактора” (НС2).

4.3 Техніка безпеки під час роботи на МТА для збирання картоплі

Для безпечної роботи на МТА для збирання картоплі потрібно дотримуватись наступних правил:

- не допускати до роботи осіб без посвідчення машиніста-тракториста на керування трактором і ті, що не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що має бути зроблений запис в журналі;
- стороннім особам категорично забороняється знаходитись на працюючій картоплезбиральній машині, а також в безпосередній близькості від неї;
- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів машини під час її роботи;
- всі види регулювань і технічного догляду слід виконувати тільки після повної зупинки робочих органів картоплекопача і вимкненому двигуні трактора;
- забороняється проводити будь-які регулювання або роботи під картоплекопачем, якщо під його колеса не поставлені противідкочувальні башмаки;

- забороняється робота на агрегаті в незаправленому одязі і зі звисаючими полами й рукавами;
- перед початком роботи потрібно впевнитись в повній справності всього агрегату, перевірити наявність і міцність кріплення робочих органів, агрегатів, вузлів та всіх захисних щитків і огорож;
- про пуск і початок руху агрегату повідомити сигналом тих, хто стоїть поблизу; очистку робочих органів картоплекопача здійснювати спеціальними очисниками;
- забороняється знаходитись спереду агрегату під час його руху;
- інструменти, пристосування і обладнання для технічного обслуговування мають відповідати своєму призначенню, бути справними і забезпечувати безпеку проведення робіт;
- остерігатися обертових частин, не знаходитися поблизу головної карданної передачі;
- в кабіні трактора треба мати аптечку і слідкувати за поповненням її всіма необхідними медикаментами;
- не допускати перевезення на картоплекопачі вантажу та людей;
- після зупинки машини обов'язково перевести важіль коробки передач в нейтральне положення і виключити ВВП;
- обганяти транспортні засоби, швидкість руху яких рівна або перевищує вказану транспортну швидкість руху картоплекопача, забороняється.

Висновки

1. На МТА для збирання картоплі існує 8 основних травмонебезпечних зон і місць.
2. Для безпечної роботи агрегату його швидкість руху на поворотах не повинна перевищувати 5,3 м/с.
3. Перекидання агрегату може відбутися, якщо його швидкість на повороті буде вищою 5,4 м/с, а максимальний кут схилу – 27° .

5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Основні чинники негативного впливу на довкілля під час виробництва картоплі

Екстенсивне використання земельних та водних ресурсів шляхом збільшення залучування до виробництва земельних площ, вирощування сільськогосподарських культур, посушливих районах за рахунок їх зрошення, широке використання хімічних і біологічних засобів для збільшення врожаю – все це є причиною глобальної зміни клімату, порушення температурного і водного балансів [2].

Використання високопотужних, енергетичних засобів, широкозахватних агрегатів на окремих механізованих операціях під час вирощування і збирання картоплі, особливо під час основного обробітку ґрунту, внесення добрив та захисту рослин від шкідників і хвороб, призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту. Робочі органи сільськогосподарських машин і знарядь інтенсивно розпушують ґрунт, що призводить до зниження їх родючості та зменшення гумусового шару, особливо на територіях, що піддаються вітровій та водній ерозії.

Шкідливого впливу завдає нерозумне використання пестицидів. Пестициди – хімічні засоби захисту рослин від шкідників і хвороби, діють вони швидко і ефективно, проте їх застосування має також негативні наслідки для довкілля і здоров'я людини. Під час боротьби з колорадськими жуками та бур'янами на посівах картоплі вносять велику кількість отрутохімікатів, тому важливим є дотримання рекомендованих доз їх внесення та недопущення потрапляння у відкриті водойми. Вони можуть також змінювати екологічні системи, здатні до міграції на великій відстані й накопичуватися в екологічних системах і ланцюгах живлення.

Значних збитків сільському господарству завдає ерозія. Тому, одним з найважливіших природоохоронних засобів є боротьба з ерозією. Ерозія – руйнування ґрунту потоками води або вітру, а також технічними засобами [2]. Найбільш ефективним заходом щодо недопущення ерозійних проявів в часі виконання окремих механізованих операцій під час вирощування і збирання картоплі є організація

використання МТА, особливо на схилах з правильним вибором їх способу руху. За необхідності доцільно використовувати розширювачі колісних рушіїв і спарювання опорних коліс, щоб зменшити їх негативний вплив на ґрунт.

Під картоплю вносять значні норми органічних добрив тваринного походження, зокрема гній та гноївку. Проте сільськогосподарські тварини є серйозними забруднювачами навколишнього середовища. Гній, гноївка, які утворюється при їх утриманні та стічні води забруднюють ґрунт та водойми, а аміак та сірководень надходять до атмосфери. Тому, щоб забезпечити екологічну чистоту атмосферного повітря, біля тваринницьких ферм і відгодівельних комплексів, для утилізації рідкого та підстилкового гною, треба будувати гноєсховища, виділити територію на яких можна зберігати і підготовляти гній до використання.

5.2 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів

Пасивне відношення до паливно-мастильних матеріалів також призводить до забруднення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, сільськогосподарська техніка викидає у повітря дуже багато шкідливих газів, що спричиняють забруднення повітря. Тому правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря.

Для запобігання підтікання паливно-мастильних матеріалів у кожному с.-г. підприємстві необхідно проводити контроль за своєчасним проведенням технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів. Також потрібно слідкувати за справністю системи живлення двигуна, гідросистеми та її окремих агрегатів.

Під час збирання картоплі безпосередньо в загінці потрібно вибирати такі режими, які відповідають екологічній роботі машинно-тракторного агрегату. Особливо це стосується ділянок поля, що прилягають до лісонасаджень або польових доріг.

Для зберігання нафтопродуктів в господарствах слід використовувати стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що мало випаровуються, необхідно обладнати вентиляційними пристроями. Під час заправки енергетичних засобів технічними рідинами необхідно слідкувати за унеможливленням потрапляння палива в ґрунт чи водоюми.

5.3 Шляхи зниження негативної дії на довкілля об'єкту дослідження

Кожен вид матеріального виробництва передбачає перетворення енергії і матеріальних ресурсів, утворюючи при цьому як енергетичні така і матеріальні відходи. При плануванні впровадження нових технологічних підходів чи організаційних заходів під час виробництва картоплі насамперед має звертатися увага на використання ресурсо- та енергоощадних технологій, вирішення проблем створення екологічно чистих виробництв. Запропоноване нововведення, крім його технічної чи технологічної доцільності, має бути кроком в напрямку реальної мінімізації екологічного впливу на довкілля (вода, повітря, ґрунт, безпека для життя і здоров'я людей) та появи непридатних матеріально-речовинних і енергетичних відходів. Має забезпечуватися, по можливості, концентрація відходів, їх повторне використання, можливі чи передбачувані технологічні шляхи видалення чи збереження відходів.

Зменшення негативного впливу від ущільнення ґрунту засобами механізації під час виробництва картоплі можна досягнути наступними конструктивними та організаційними заходами:

- використання гусеничних тракторів та тракторів з напівгусеничною ходовою частиною, у яких питомий тиск на ґрунт значно нижчий ніж у колісних;
- використання розширювачів колісних рушіїв і спарювання опорних коліс;
- раціональне комплектування машинно-тракторних агрегатів;
- широке використання енергонасичених тракторів в агрегаті із широкозахватними комплексними агрегатами, які забезпечують зменшення кількості проходів по полю;

- використання тракторів, що працюють на підвищених швидкостях.

Для зменшення забруднення атмосферного повітря продуктами згоряння паливно-мастильних матеріалів, в першу чергу необхідно докорінно оновити існуючий машинно-тракторний парк. Зменшення витрати палива на одиницю виконаної роботи та, відповідне зменшення повітря, також може бути досягнуте шляхом раціонального комплектування машинно-тракторних агрегатів, використання високопродуктивних та швидкісних агрегатів. Усі ці заходи повинні науково обґрунтовуватися і можуть здійснюватися на належному рівні.

Усі ці заходи повинні науково обґрунтовуватися і мають здійснюватися на належному рівні.

Висновки

1. Для запобігання негативної дії МТА для збирання картоплі на ґрунт необхідно правильно вибрати його спосіб руху й розвороту в кінці загінки;
2. Усі відпрацьовані технологічні матеріали, що мають шкідливу дію мають бути утилізовані.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО КАРТОПЛЕКОПАЧА

Суть розрахунку економічної ефективності застосування удосконаленого картоплекопача полягає у визначенні і порівняльній оцінці техніко-економічних показників роботи близької, за технологічною і технічною суттю до удосконаленої, картоплезбиральної машини (комбайна).

Для порівняння вибираємо агрегати Беларус 892.2 + КТН–2Б (перший МТА) та Беларус 892.2 + КПК–2А (другий МТА). Розрахунки техніко-економічних показників проводимо для другого агрегату за методикою, проведеною в розділі 2 дипломної роботи, вважаючи умови роботи агрегатів аналогічними, а оскільки всі вони дворядні і працюють на однаковій швидкості, то їх продуктивність однакова і становить 3,71 га/зм (0,54 га/год.).

Затрати праці на одиницю роботи згідно (2.25) становлять:

$$Z_{np} = \frac{1 \cdot 7 + 5 \cdot 7}{3,71} = 11,32 \text{ люд.год/га.}$$

Амортизаційні відрахування (формула 2.29):

$$Z_{ам} = \frac{704000 \cdot 12,5}{100 \cdot 0,54 \cdot 1800} + \frac{280000 \cdot 14,2}{100 \cdot 0,54 \cdot 50} = 1705,34 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на ремонти і ТО (формула 2.31):

$$Z_{рто} = \frac{704000 \cdot (4 + 22)}{100 \cdot 0,54 \cdot 1800} + \frac{280000 \cdot 23}{100 \cdot 0,54 \cdot 50} = 2717,94 \text{ грн./га.}$$

Затрати на заробітну плату (формула 2.28):

$$Z_{зн} = \frac{1 \cdot 120,0 + 5 \cdot 100}{0,54} = 1148,14 \text{ грн./га.}$$

Затрати на зберігання (формула 2.35):

$$Z_{зб} = 0,065 \cdot 2717,94 = 176,67 \text{ грн./га.}$$

Витрата палива для всіх агрегатів однакова, тому її вартість приймаємо такою як базова МТА, тобто 1723,50 грн./га. Тоді сума прямих затрат для картоплезбирального агрегату Беларус 892.2 + КПК–2А становить (формула 2.33):

$$B_e = 1705,34 + 2717,94 + 1723,50 + 1148,14 + 176,67 = 7471,60 \text{ грн./га.}$$

Всі результати розрахунків зводимо в таблицю 6.1 для остаточного аналізу ефективності використання МТА.

Таблиця 6.1 – Показники використання картоплезбиральних МТА

Показники	Беларус 892.2 + +КПК-2А	Беларус 892.2 + +КТН-2Б	Відхилення, +, -	
			абсолютні	відносні
Продуктивність, га/зм	3,71	3,71	0	0
Затрати праці, люд.год./га	11,32	24,53	+13,21	+53,8
Сума прямих затрат, грн./га	7471,60	6290,90	-1178,70	-15,8
в т.ч. – на заробітну плату	1148,14	2407,41	+1259,47	+52,3
- на амортизацію	1705,34	912,03	-793,31	-45,5
- на ремонт і ТО	2717,94	1723,50	-994,44	-36,59
- на зберігання	176,67	76,17	-100,50	-56,78
- вартість ПММ	1723,50	1723,50	0	0

Як видно з таблиці під час використання удосконаленого картоплекопача затрати праці у два рази більші ніж агрегатом Беларус 892.2 + КПК-2; при цьому затрати за зарплату більші в 1,8 рази.

Проте сума прямих затрат під час використання удосконаленого картоплекопача є нижчою ніж у МТА Беларус 892.2 + КПК-2 на 1178,70 грн/га або 15,8%.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаного аналізу способів та засобів для збирання картоплі, проведених розрахунків у технологічній, конструктивній, економічній частинах можна зробити наступні висновки й пропозиції:

1. Насінневу картоплю та ту, що йде на довготривале зберігання збирають розділним способом, застосовуючи малогабаритні картоплекопачі, після яких картоплю підбирають вручну.
2. Підвищити ефективність збирання картоплі можна шляхом обладнання дворядного картоплекопача додатковими сепарувальними робочими органами.
3. Продуктивність МТА для збирання картоплі у складі трактора Беларус 892.2 і картоплекопача КТН-2Б сягає 3,79 га/зм,
4. Затрати праці на одиницю роботи МТА для збирання картоплі становлять 24,01 люд.год./га;
5. Прямі питомі експлуатаційні затрати під час збирання картоплі МТА у складі трактора Беларус 892.2 і картоплекопача КТН-2Б сягають 6290,90 грн./га.
6. Для приводу роторів необхідно встановити пасову передачу з діаметрами шківів $d_1 = 140$ мм та $d_2 = 280$ мм;
7. Зовнішній діаметр шестерні конічного редуктора приводу роторів $d_{l3} = 100$ мм;
8. Вихідний кінець вала редуктора приймаємо $d_{b1} = 28$ мм $= d_{b2}$; діаметр під підшипник $d_{n1} = 35$ мм, діаметр під шестерню (колесо) $d_{u1} = 40$ мм.;
9. Для конічної пари вибираємо конічний однорядний підшипник легкої серії 7207 для якого $d_1 = 35$ мм; $D_1 = 72$ мм;
10. На МТА для збирання картоплі з одночасним розкиданням її на поверхні поля з утворенням валка існує 8 основних травмонебезпечних зон і місць.
11. Для безпечної роботи агрегату його швидкість руху на поворотах не повинна перевищувати 5,3 м/с.
12. Перекидання агрегату може відбутися, якщо його швидкість на повороті буде вищою 5,4 м/с, а максимальний кут схилу – 27° .

13. Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище досягається також за рахунок впровадження енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур.
14. Запропоноване удосконалення картоплекопача дозволить збирати врожай без надмірного ущільнення ґрунту завдяки зменшенню кількості проходів МТА.
15. Прямі затрати на виконання одиниці обсягу робіт машиною КТН-2Б знижують на 1178,70 грн/га або 15,8% в порівнянні з картоплезбиральним комбайном КПК-2А.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Бендера І.М., Грубий В.П., Роздорожнюк П.І. та ін. Експлуатація машин та обладнання. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. 2013. 576 с.
- 2 Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології: підручник, 2-ге вид., доповн. Київ. Либідь, 2005. 407 с.
- 3 Вітенко В.А. Картопля. Київ. Урожай, 1990. 123 с.
- 4 Винокуров Л. Е., Васильчик М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці. Київ. Вікторія. 2001. 254 с.
- 5 Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
- 6 Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. Київ. Вища освіта, 2005. 464с.
- 7 Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. Київ. Вища освіта, 2004. 544 с.
- 8 Волков В.Д. Довідник ланкового по вирощуванню картоплі. Київ. Урожай, 1990. 96 с.
- 9 Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. 275 с. Електронний ресурс: URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/fc3fab8f-ed29-45e7-9d84-52d75700d4f6/content>.
- 10 Конанученко В.В., Козаченко Б.О. Механізація виробництва картоплі: Довідник. Київ. Урожай, 1991. 176 с.
- 11 Лихочвор В.В., Проць Р.Р.. Картопля, топінамбур, батат. Львів: Українські технології, 2002. 60 с.
- 12 Нестенко П.М., Романченко М.А. Індустріальна технологія виробництва картоплі. -3-є вид., доп. і перероб. Київ. Урожай, 1986. 144 с.

- 13 Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ. Техніка, 2004. 512 с: іл.
- 14 Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів. ЛДАУ, 1998. 264 с.
- 15 Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.;
- 16 Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т1. Київ. Агроосвіта, 2012. 584 с.; іл.
- 17 Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т2. Київ. Агроосвіта, 2012. 432 с.; іл.
- 18 Семен Я.В., Чухрай В.Є., Крупич О.М., Рис В.І., Буртак В.В. *Методичні рекомендації для виконання дипломного проекту студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» ОС «Бакалавр»*. Львів. Сполом. 2023. 72 с.
- 19 Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві. Навчальний посібник. Київ. Центр навчальної літератури. 2006. 384 с.
- 20 Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення. Львів: ЛНАУ, 2017. 13 с.
- 21 Трактори в Україні. Електронний ресурс: URL: <https://prom.ua/ua/p1297179566-traktor-belarus-8922.html?>