**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“__” _____ 2025р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)**
перший (бакалаврський)
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Механізація технологічного процесу збирання картоплі з удосконаленням викопуючого механізму»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
освітньої програми __бакалавр_____
спеціальності_____
208 «Агроінженерія»
Пожар Є. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н, доцент Шевчук М.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 рік

**ЗМІСТ**

Вступ. ..... 7

**1. Сучасний стан та тенденції розвитку картоплезбиральних машин та підкопувальних органів** ..... 8

1.1 Особливості збирання картоплі..... 8

1.2 Історія, сучасний стан та тенденції розвитку техніки для збирання картоплі…8

1.3 Підкопні робочі органи картоплезбиральних машин .....16

**2. Теоретичні дослідження пружного леміша** ..... 20

2.1 Конструктивна-технологічна схема пружного леміша…..... 20

2.2. Дослідження геометрії підпружиненого леміша…..... 22

2.3 Механіка взаємодії леміша зі зв'язковим шаром ґрунту…..... 24

2.4. Теоретичне обґрунтування параметрів пружини леміша…..... 27

**3. Результати досліджень картоплекопача** ..... 34

3.1 Результати визначення раціональних параметрів удосконаленого копача… .. 34

3.2 Результати досліджень серійного та вдосконаленого картоплекопача КТН-2В ..... 37

3.3 Визначення повноти збирання, втрат та пошкоджень бульб картоплі ..... 39

**4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**..... 43

5.1. Вимоги до причіпних та навісних сільськогосподарських машин…..... 43

5.2. Вимоги до технічного стану засобів механізації..... 44

5.3. Вимоги до технологічних процесів..... 44

**5. Техніко-економічні показники картоплезбиральної машини з удосконаленим робочим органом**..... 45

**Загальні висновки** .....54

**Використана література**..... 55

# Вступ

**Актуальність теми дослідження.** Однією з ключових проблем, що стримують розвиток вирощування картоплі у фермерських господарствах, є недостатня економічна ефективність процесу її переробки та обмежене матеріально-технічне забезпечення сільськогосподарського виробництва. Оскільки збирання картоплі є одним з найскладніших і найбільш трудомістких етапів, використання високопродуктивних картоплезбиральних комбайнів на малих площах є економічно невигідним. Тому виникає нагальна потреба в розробці більш доступних та економічних картоплекопачів, які допоможуть зменшити витрати на збирання.

Досягнення мінімальних витрат праці та коштів на збирання картоплі можливе за умови підвищення продуктивності машин, створення техніки з низьким енергоспоживанням, покращення організації праці, а також за рахунок досягнень у селекції та насінництві. При цьому ефективність технології збирання картоплі безпосередньо залежить від конкретних ґрунтово-кліматичних умов та особливостей місцевих господарств, що вимагає гнучкості в застосуванні технічних рішень.

Одним з визначальних факторів, що впливають на якість збирання картоплі, є робота підкопувальних органів, які полегшують процес сепарації — відокремлення картоплі від ґрунту. Тому дослідження впливу параметрів робочих органів картоплезбиральних машин на якісні показники збирання є надзвичайно важливим. Це питання має велике значення для підвищення продуктивності аграрного виробництва і розвитку сільськогосподарського сектору України в цілому.

# РОЗДІЛ 1
# СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН ТА ПІДКОПУВАЛЬНИХ ОРГАНІВ

## 1.1. Особливості збирання картоплі

Збирання картоплі, як правило, починається з механічного видалення бадилля. Для цього використовують різноманітні машини, такі як косарки КИР-1,5Б, роторні та ланцюгові пристрої [7, 19]. Цей процес сприяє інтенсифікації дозрівання, зменшує зараження бульб фітофторою, усуває забивання робочих органів і полегшує роботу гичкозбиральних пристроїв картоплезбиральних машин. Крім того, підсихання ґрунту підвищує ефективність збирання. Вибір схеми збирання та типу машин залежить від кількох факторів, серед яких: вологість та тип ґрунту, біологічний вид врожаю (продовольча, фуражна чи насіннєва картопля), кліматичні умови, розмір полів, урожайність культури, наявність трудових ресурсів, а також можливість використання сховищ і транспортних засобів у період збирання [17, 5].

## 1.2. Історія, сучасний стан та тенденції розвитку техніки для збирання картоплі

Продуктивність картоплезбиральних машин за урожайності 15 т/га порівняно з ручним збиранням була значно вищою [6, 3]. Приводи роторів екскаваторів-підбирачів, а також конструкція їх лопатей, мають різноманітні варіанти. Наприклад, для їх роботи використовуються два колеса з ременями безпеки, а в деяких моделях передбачено бічну решітку для обмеження розповсюдження бульб. Такі екскаватори потребують наявності двох коней для виконання робіт. У разі підйомних екскаваторів штанга підйому знаходиться за плугом. Водночас передбачені моделі, що потребують чотирьох коней для роботи. Привід робочого механізму всіх екскаваторів здійснюється від коліс зі

шпорами [15, 4]. Випробування не виявили явної переваги жодної моделі екскаватора, і ці машини були рекомендовані лише при дефіциті персоналу та в екстремальних умовах [28].

Проте екскаватори не отримали широкого застосування, оскільки для їх ефективної роботи потрібні сильні коні, а також через відсутність суттєвих переваг у порівнянні з кінними плугами для збирання картоплі [1, 4, 6]. Водночас, починаючи з 1933 року, були включені випробування картоплезбиральних машин в межах робіт Міжвідомчої комісії з всесоюзних випробувань сільськогосподарських машин. Вони охоплювали як серійні машини, виготовлені вітчизняними заводами, так і окремі зразки, розроблені на пропозиції винахідників, а також деякі закордонні зразки [3, 5].

Зважаючи на результати випробувань 1933 року, була продовжена робота з удосконалення конструкцій картоплезбиральних машин. До 1936 року був випущений однорядний кінний копальник швирного типу «К» (рис. 1.1). Ця машина розпушувала ґрунт, відривала бульби від столонів і відокремлювала їх від ґрунту, однак вона завдавала значних пошкоджень бульб і розкидала їх поверхнею поля смугою шириною 1,5-2,0 м.

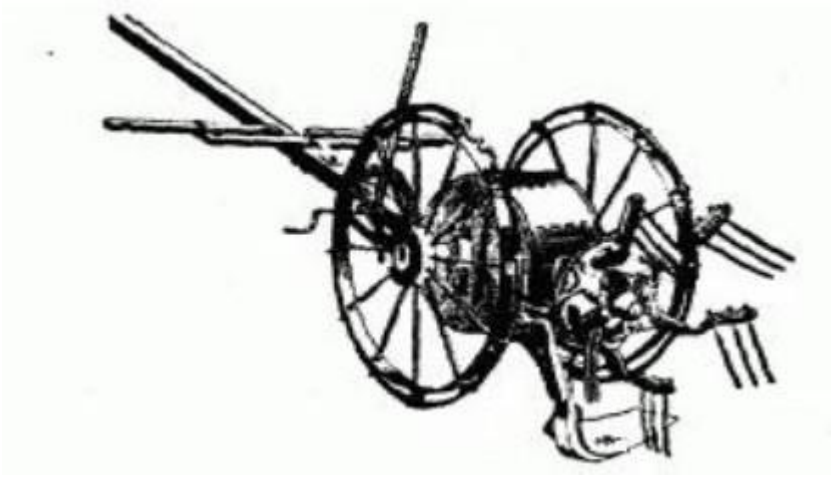


Рисунок 1.1 – Однорядний кінний копальник швирного типу «К»

Надалі основна увага була спрямована на розробку копачів елеваторного типу (рис. 1.2). Для покращення якості роботи замість каскадного елеватора часто встановлювали ґрати зі сталевих лозин. Ці ґрати дозволяли бадиллю скидатися в бік за допомогою вилок, що гойдаються над решіткою, а бульби

скочувалися по другій нижній решітці прямо на ґрунт. Така конструкція дозволяла знизити пошкодження бульб під час процесу збирання та підвищити ефективність роботи машини, зменшуючи втрати продукції.

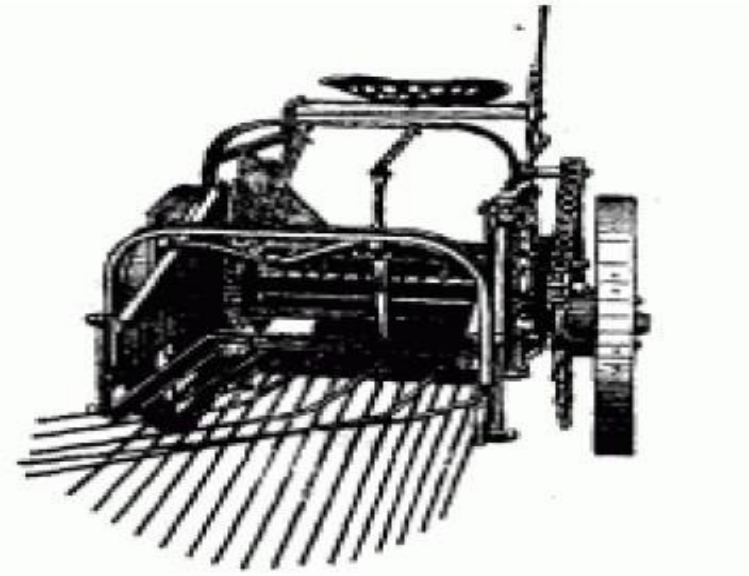


Рисунок 1.2 – Однорядний елеваторний копач «Джон Дір».

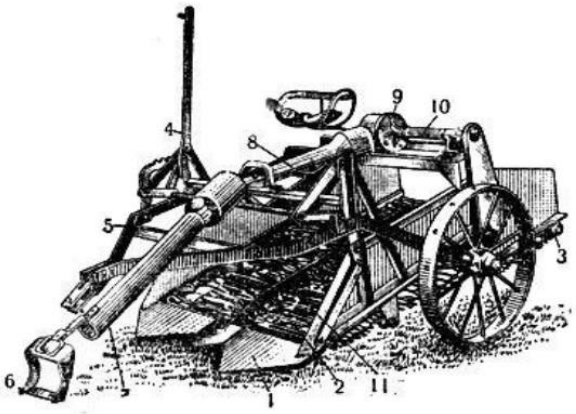



Рисунок 1.3 – Картоплекопач ПЕК-2

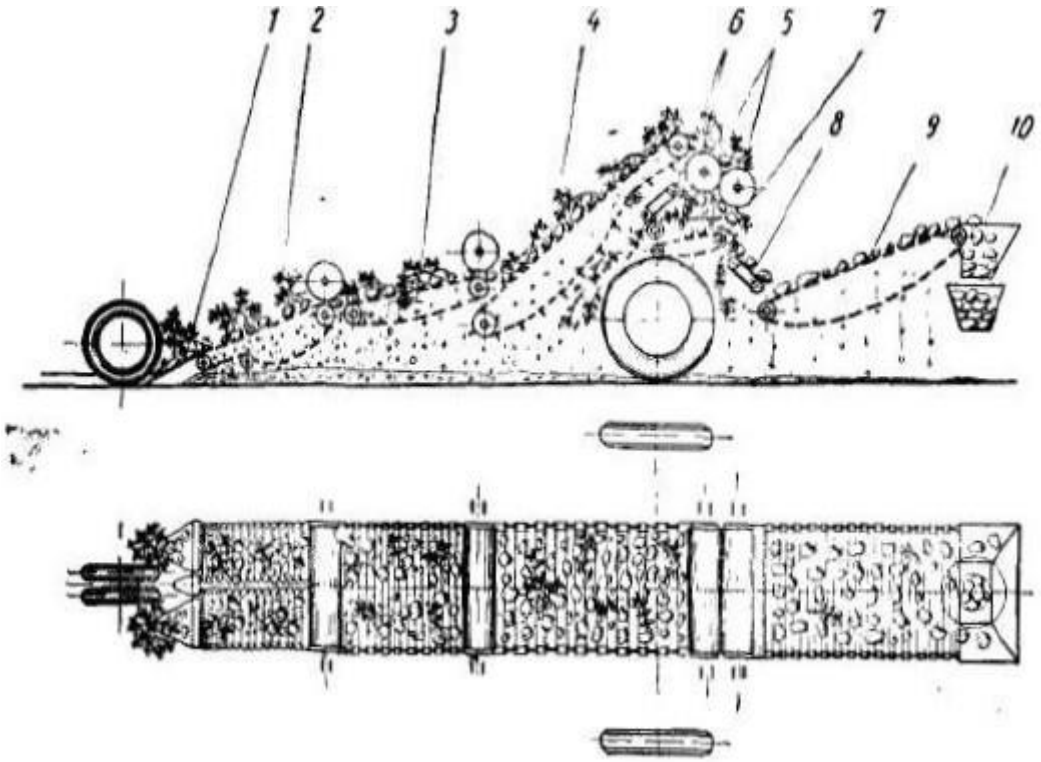
1 – леміш, 2 – основний елеватор, 3 – каскадний елеватор, 4 – важіль підйому, 5 – причіп, 6 – скоба захисного кожуха, 7 – захисний кожух, 8 – поздовжній вал із захисним кожухом, 9 – коробка передач, 10 – поперечний вал, 11 – середня стінка

У ці ж роки з'явилися дослідні зразки картоплезбиральних комбайнів, які на піщаних ґрунтах могли видавати чисту картоплю в кошики, однак на важких ґрунтах продукція часто містила значні домішки. Роботи зі створення більш

ефективних картоплезбиральних комбайнів продовжувалися й у повоєнний період. В основі цих розробок була технологічна схема елеваторного комбайна КОК-2 з балонами-комкодавами, яка була розроблена ще до війни.

Рисунок 1.4-Схема картоплезбирального комбайна ККР-2:

1 – леміші, 2 – елеватор основний, 3 – елеватор каскадний, 4 – елеватор




підйомний, 5 – пневматичні балони, 6 – гичковідділяючий пристрій, 7 – елеватор під гуркотом, 8 – гірка, 9 – перебірний транспортер, 10 – корзина.

У середині 50-х років XX століття був розроблений комбайн ККР-2 (рис. 1.4), який використовував кошики для збору бульб і став серійно випускатися. На базі цього комбайна була створена модель ККР-2Б, що мала бункер для збирання картоплі, яку також випустили великою партією. Проте, за результатами випробувань та експлуатації цих машин у господарствах, виявилося, що їхня ефективність залишає бажати кращого: вони мали низькі показники якості роботи та не забезпечували значного економічного ефекту.

Тому на основі отриманих результатів було розроблено новий причіпний дворядний комбайн К-3 (рис. 1.5), який був оснащений перебірним столом на

другому ярусі та бункером місткістю до 800 кг. Для покращення роботи і зменшення втрат продукції на комбайні були встановлені два пневматичні балони-комкодавці, розташовані один над іншим між основним елеватором та дворешітним сепаруючим гуркотом. Цей комбайн мав значно вищу продуктивність і якість збирання картоплі, що позитивно вплинуло на його ефективність у сільськогосподарському виробництві.

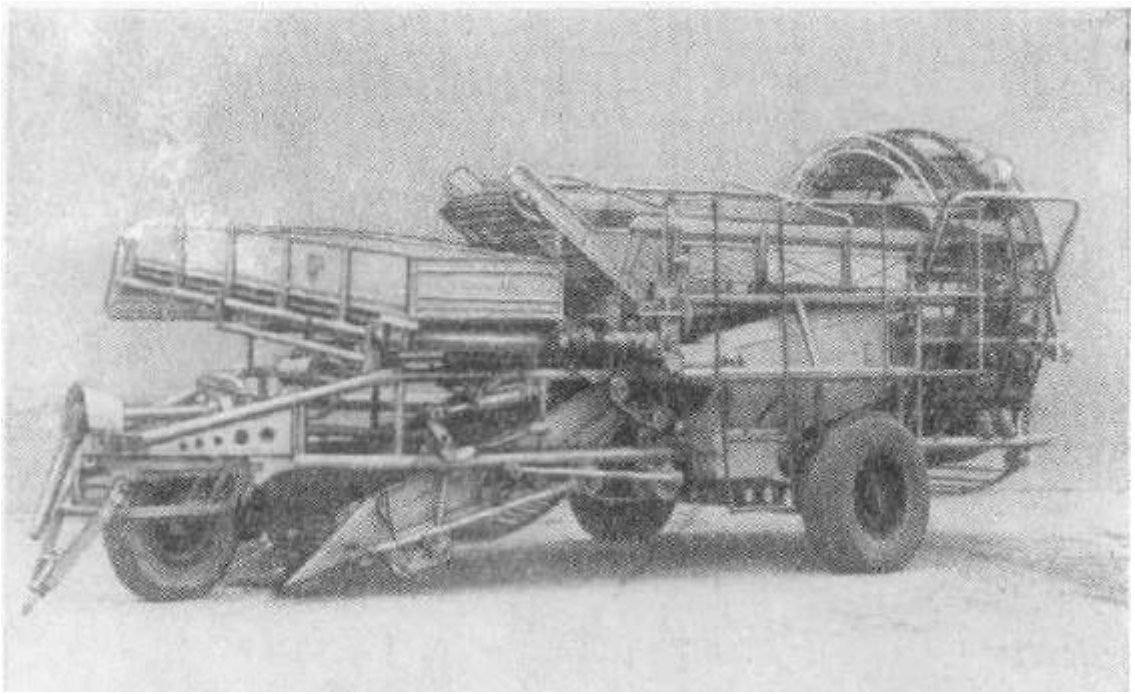


Рис 1.5–Причіпний дворядний картоплезбиральний комбайн К–3

Наприкінці 70-х років комбайн ККУ-2 зазнав значної модифікації: на ньому був встановлений активний леміш, що дозволив здійснювати збирання картоплі не лише за прямим способом, але й комбінованим. Модифікована модель отримала марку ККУ-2А (рис. 1.6) і стала базовим зразком серед причіпних комбайнів того часу. Вона випускалася серійно протягом багатьох років, і в окремі періоди вироблялося до 10-12 тисяч одиниць на рік [3,9].



Рисунок 1.6 – Картоплезбиральний комбайн ККУ– 2А

Сучасні картоплезбиральні комбайни, зокрема причіпні дворядні моделі бункерного типу, демонструють значний прогрес у порівнянні з попередніми версіями. Вони покращили якість роботи, особливо на важких суглинкових ґрунтах. На сьогодні виробляються картоплезбиральні комбайни, що мають різні технологічні схеми та типи конструкцій.

У країнах Європи часто випускаються модифікації сучасних комбайнів, зокрема збільшилась частка моделей, виконаних за поворотною П-подібною схемою. У таких машинах надається більше можливостей для вторинної сепарації завдяки використанню виносних гірок і відбиваючих валиків різних конструкцій. Для самохідних комбайнів характерна прямоточна двоярусна технологічна схема. Основними робочими органами первинної сепарації на всіх типах комбайнів є системи пруткових елеваторів, які працюють на прогумованих ременях [9, 6].

Для забезпечення більшої ефективності, на ряді моделей встановлюються змінні полотна, які варіюються за кількістю, шириною та довжиною. Бункери для вивантаження картоплі можуть функціонувати на ходу, що значно підвищує ефективність роботи. Однією з інновацій є механічні роторні пальцеві сепаратори, що використовуються для відділення ґрунтових грудок та каміння, що дозволяє зменшити потребу в робочому персоналі на комбайні в 1,5-2 рази [2, 6].

Сучасні комбайни мають значний рівень автоматизації: автоматичне регулювання глибини підкопування та напрямку підкопувальних лемішів забезпечує точність роботи, а система автоматичного регулювання тиску копіювальних котків підвищує ефективність сепарації ґрунту. Для запобігання пошкодженням бульб існують системи синхронізації швидкості руху машини та елеваторних полотен [25, 10].

Ходова частина самохідних комбайнів оснащена гусеничними системами, а на причіпних моделях використовуються різні типи шин, включаючи широкопрофільні, що значно покращує прохідність у важких умовах і знижує вплив на структуру ґрунту (рис. 1.7). У кабінах операторів причіпних та самохідних комбайнів встановлені монітори для візуального контролю процесу роботи та регулювання робочих режимів, що підвищує зручність і ефективність роботи машин [5].




Рисунок 1.7 – Самохідний комбайн Dewulf Kwatro

Не можна не згадати й про сучасні картоплекопачі, які здобули велику популярність у господарствах завдяки їхній дешевизні та здатності ефективно працювати в складних ґрунтово-кліматичних умовах, особливо на малих площах. Технологічні процеси, які виконують ці машини, включають кілька

основних операцій: підкопування ґрунту, його сепарацію та укладання картоплі на ґрунт, який потім просіюється [3, 7]. Одними з найпоширеніших марок картоплекопачів є КТН-2В (рис. 1.8), КСТ-1,4А (рис. 1.9), Л-652 та їх численні модифікації. Ці моделі дозволяють виконувати збирання картоплі за різними умовами, зокрема на невеликих ділянках, де використання більш потужних комбайнів економічно недоцільне.



Рис 1.8 – Картоплекопувач КТН – 2В



Рис. 1.9 – Картоплекопач КСТ– 1,4А

Підсумовуючи аналіз картоплезбиральної техніки, можна зробити висновок, що більшість виробників орієнтується на розробку, виробництво та продаж картоплезбиральних комбайнів, оскільки їх економічно вигідно використовувати в великих господарствах, що займаються виробництвом картоплі. Однак, враховуючи різноманітність потреб у різних типах господарств, найбільш перспективним напрямком є удосконалення картоплекопачів. Ці машини є більш зручними для використання в особистих та фермерських господарствах, де важливими є гнучкість, компактність та ефективність у роботі на малих ділянках землі. Розвиток цього сегменту може суттєво покращити ефективність збирання картоплі, зменшити витрати та збільшити доступність високоякісної техніки для дрібних аграріїв.

## 1.2 Підкопні робочі органи картоплезбиральних машин

Підкопні робочі органи картоплезбиральних машин можна класифікувати за кількома ключовими ознаками, серед яких основними є спосіб впливу на оброблювану картопляну грядку, а також форма та тип поверхні леміша. Залежно від характеру впливу на ґрунт та бульби, ці органи поділяються на пасивні, активні та комбіновані. Вони можуть мати різні форми, наприклад, плоскі або коритоподібні, а також різні типи поверхні, такі як суцільні, розрізні або комбіновані.

Суцільні леміші зазвичай використовуються на картоплезбиральних машинах старого типу, таких як картоплезбиральні кишеньки, у той час як розрізні леміші активно застосовуються на машинах, виготовлених компанією Г. Сакка (Німеччина). Леміші з прямим кутом та розрізом посередині часто зустрічаються на агрегатах фірми «Джонсон» (Англія). Одним з цікавих прикладів конструкції підкопувальних органів є однорядний картоплезбиральний комбайн фірми «Рекорд» (Німеччина), який оснащений коритоподібним лемішем з активними боковинами, катком та дисками. Тестування показало, що така конструкція забезпечує високий рівень

ефективності, адже леміш підкопує грядку без втрат бульб, не руйнує масу з боків і не забивається, навіть при збиранні картоплі з розвиненою бадиллею.

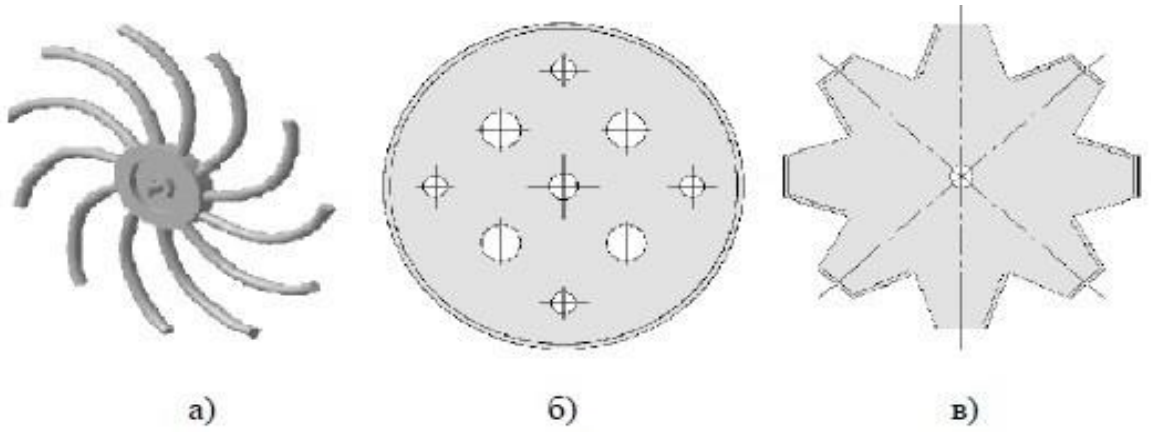
Враховуючи ці переваги, більшість сучасних зарубіжних комбайнів оснащуються комбінованими підкопуючими органами. Це, як правило, плоскі пасивні леміші, доповнені копіювальними пристроями, а також пасивними або активними дисками для покращення ефективності роботи. Прикладом таких машин є картоплезбиральні комбайни AVR 4100 і AVR 6200 SPIRIT (Бельгія), а також копачі-навантажувачі з підкопуючими робочими органами, що включають плоскі пасивні диски. Ці технології значно підвищують ефективність збирання картоплі, зменшують витрати на працівників та знижують ризик пошкодження бульб.




Рисунок 1.10 – Картоплезбиральний комбайн AVR 6200 SPIRIT

Ще одним типом підкопних робочих органів є дискові леміші, які застосовуються на картоплезбиральних машинах, таких як Е665 та Е660 (НДР), а також на моделях «Імпульс». У таких системах на кожну строчку встановлюється по одному диску, що забезпечує ефективне підкопування. Підкопаний пласт направляється до елеватора за допомогою щитків, що

забезпечують якісне і безпечне транспортування бульб на наступний етап обробки [7, 6].




а) вертикальний прутковий диск; б) плаский диск; в) диск з трапецієподібними зубами

Рисунок 1.11 – Схеми дискових робочих органів

Ще одним інноваційним типом підкопних органів є активний валиковий орган. Зазвичай він складається з двох валиків — квадратного і круглого, що обертаються в напрямку руху пласта. Це дозволяє ефективно відокремлювати бульби від ґрунту, запобігаючи їх пошкодженню, а також покращує загальний процес збирання картоплі (рис. 1.16) [17, 11].

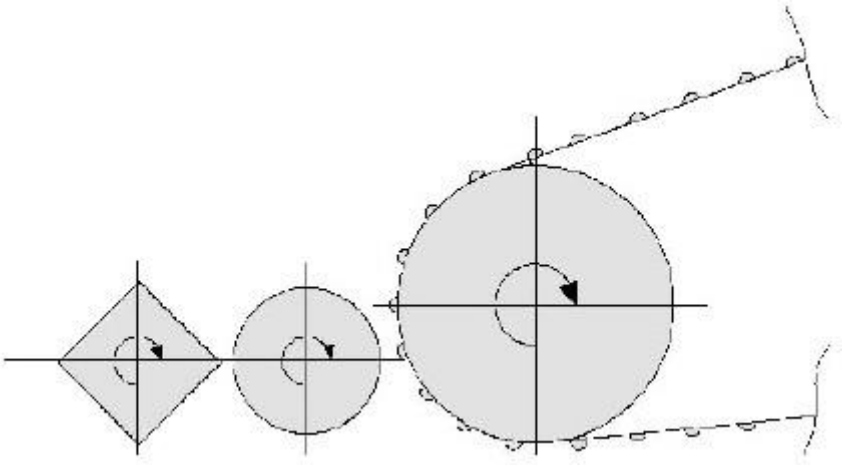


Рисунок 1.12 – Схема валикового робочого органу, що підкопує.

Попри існування різноманітних типів підкопних органів, найпоширенішим і традиційно використовуваним є пасивні леміші, зокрема плоскі суцільні леміші (рис. 1.13). Вони користуються популярністю завдяки своїй простоті

конструкції та надійності в експлуатації, хоча мають деякі технологічні недоліки. Зокрема, такі леміші часто використовуються на старіших моделях картоплезбиральних машин, де надійність і економічність конструкції є важливими критеріями при виборі техніки [11, 15].

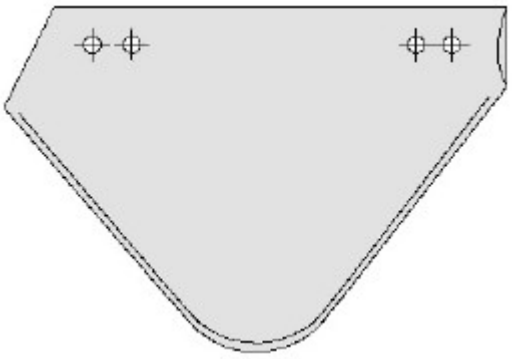


Рисунок 1.13 – Плоский суцільний леміш

Вібраційні підкопувальні робочі органи не здобули широкого поширення в промислово виготовлених картоплезбиральних машинах через низку причин. Основною з них є необхідність здійснення коливального руху великих мас ґрунту, що створює додаткові динамічні навантаження на раму та підвіски машин, що ускладнює їх конструкцію та збільшує вимоги до матеріалів і зносостійкості [21]. В результаті, таке рішення не отримало широкого використання, оскільки це веде до підвищення вартості техніки та зниження її ефективності.

Натомість, на даний момент в машинах для збирання картоплі активно використовуються комбіновані леміхи. Вони мають переваги, зокрема щодо покращення кришення підкопуваного пласта, зменшення тягового опору і більш ефективного транспортування бульб до сепаруючих органів. Однак, такі леміхи мають складну конструкцію, високу матеріаломісткість і можуть завдавати більш значних пошкоджень бульб порівняно з пасивними лемішами.

Аналізуючи класифікацію підкопних робочих органів, можна зробити висновок, що, незважаючи на наявність деяких технологічних недоліків, пасивні леміхи залишаються найбільш поширеними у виробництві картоплезбиральних машин. Це пов'язано з їхньою простотою, надійністю і

ефективністю в роботі. Таким чином, дослідження, спрямоване на вдосконалення конструкції пасивного лемеха, є надзвичайно актуальним і має значний потенціал для покращення технічних характеристик картоплезбиральних машин.

**Висновки до розділу**

Комбіновані підкопувальні робочі органи, як, наприклад, дискові елементи, мають ряд недоліків: складність конструкції, велика матеріаломісткість порівняно з машинами без дисків, потреба в точному веденні по рядках і проблеми з прослизанням дисків на ґрунті, що негативно впливає на якість виконання процесу.

Вібраційні леміш також мають кілька недоліків: складність конструкції, необхідність приводити в коливальний рух великі маси ґрунту, що викликає великі динамічні навантаження в рамі і підвісках, підвищення тягового опору і навантаження на сепаруючі органи, а також збільшення пошкоджень бульб порівняно з пасивними підкопними органами.

Одним із перспективних напрямків удосконалення картоплезбиральних машин є впровадження модернізованих лемішів, які забезпечують більш ефективний вплив на підкопуваний пласт і покращують процес підкопування картоплі на початковому етапі технологічного процесу.

# РОЗДІЛ 2
# ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНОГО ЛЕМЕША

## 2.1 Конструктивна-технологічна схема пружного леміша

Ефективність роботи серійних картоплезбиральних машин значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, в яких вони експлуатуються. Найбільший вплив на показники роботи машин має підкопувальна частина, оскільки саме вона здійснює перший етап технологічного процесу. Інтенсивне діяння пружного лемеша на пласт на початку цього процесу дозволяє покращити сепарацію картоплі без значного збільшення пошкоджень бульб, оскільки між лемішем і бульбами залишається прошарок ґрунту, який служить своєрідною захисною амортизацією.

Інтенсивність впливу підкопувальних органів на ґрунт повинна змінюватися в залежності від вологості ґрунту та робочої швидкості картоплезбиральної машини. При зниженої чи підвищеній вологості ґрунту інтенсивність впливу органів повинна бути максимальною, а при оптимальній вологості — знижуватися, що дозволить забезпечити найкращі умови для роботи машини та знизити ризик пошкодження бульб. Окрім цього, зміна робочої швидкості машини також впливає на необхідну інтенсивність впливу, оскільки на різних швидкостях леміш взаємодіє з ґрунтом по-різному.

Враховуючи це, для досягнення оптимальних результатів при збиранні картоплі, пропонується вдосконалити конструкцію підкопувальних органів картоплезбиральних машин. Суть полягатиме в можливості регулювати кут нахилу лемеша до горизонту, що дозволить коригувати інтенсивність його впливу залежно від типу ґрунту та погодних умов. Конструкція підкопувального органу повинна мати механізм, що дозволяє змінювати кут нахилу лемеша, що дасть змогу адаптувати машину до різних ґрунтово-кліматичних умов.

Зокрема, підкопуючий орган може бути оснащений механізмом, який включає леміш, закріплений на лапці кронштейна. Між лемішем і кронштейном встановлена пружина, що дозволяє коригувати зусилля, необхідне для ефективного підкопування картоплі в різних умовах. Крім того, спеціальні кронштейни, закріплені на рамі машини, дають можливість змінювати кут нахилу лемеша за допомогою регулювальних отворів та гайки, що дозволяє адаптувати техніку під різні типи ґрунтів і умови збирання.

Завдяки такому вдосконаленню картоплезбиральна машина зможе забезпечити високу ефективність роботи, знизивши рівень пошкодження бульб, що є важливим фактором для отримання якісного врожаю.

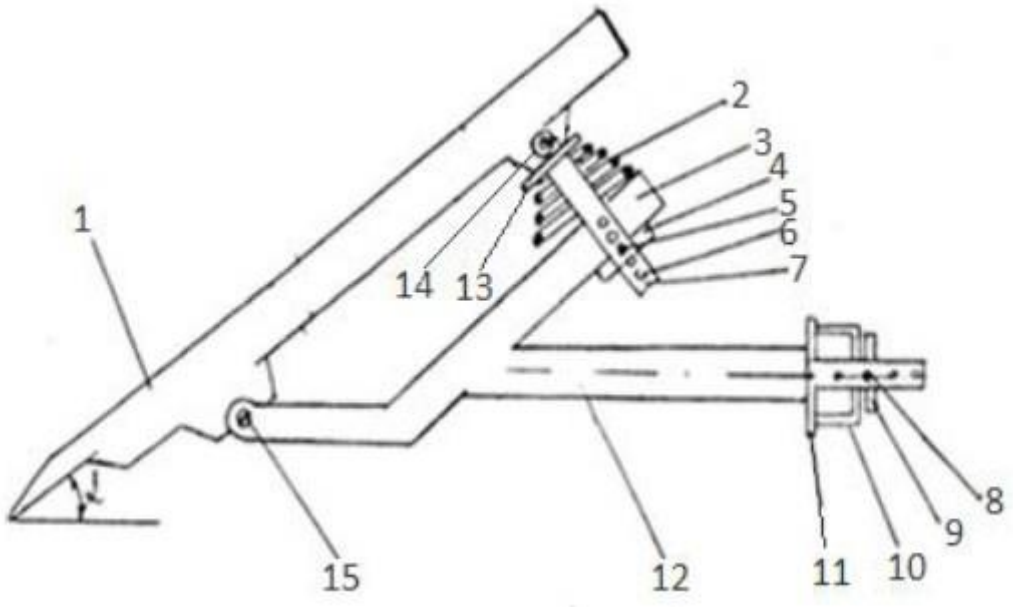



Рисунок 2.1 - Схема підкопуючий робочого органу у вигляді пружного леміша

1 – леміш, 2 – пружина стиснення, 3 – кронштейн, 4 – гайка, 5 – шплінт, 6 – регулювальні отвори, 7 – кронштейн, 8 – шплінт, 9 – гайка, 10 – рама, 11 – упорна 1 , 13 – завзята шайба, 14 – болтове з'єднання, 15 – болтове з'єднання, α – кут нахилу лемеша до горизонту.

Удосконалений підкопуючий робочий орган працює таким чином (рис. 2.1). Пружина 2, налаштована на певне зусилля, яке залежить від типу та стану ґрунту, реагує на зміни в опорі ґрунту під час роботи картоплекопувача. Леміш

1, встановлений на необхідну глибину для підкопування бульбоносного пласта, піддається нерівномірному опору ґрунту, що змінюється в процесі роботи. Змінні сили, що діють на леміш, передаються через опорну шайбу 13 кронштейна 7 на пружину 2.

Кут нахилу лемеша до горизонту (α) регулюється в залежності від типу ґрунту, його стану та зв'язності. Жорсткість пружини 2 можна налаштувати за допомогою гайки 4, щоб забезпечити такий кут нахилу лемеша, який запобігає звантаженню бульбоносного пласта. Зміни в опорі ґрунту впливають на положення лемеша, і таким чином, його кут нахилу змінюється. Це дозволяє пласту ґрунту кришитися, що покращує транспортування пласта до пруткового елеватора.

За допомогою правильно налаштованого кута нахилу лемеша (α), який залежить від стану та типу ґрунту, запобігається звантаження бульбоносного пласта перед елеватором, що сприяє кращому фарбуванню та підвищенню продуктивності процесу збирання.

### 2.2. Дослідження геометрії підпружиненого леміша

Транспортування та фарбування пласта в значній мірі залежать від геометрії підкопувальних робочих органів та їх взаємного розташування. У даному випадку підкопувальний пристрій складається з кронштейна з пружним лемешем, що здатний змінювати своє положення відносно валу першого елеватора.

Розглянемо геометричну схему лемеша із змінним кутом нахилу (рис. 2.2). Важливою характеристикою є взаємодія цих елементів, оскільки вони впливають на ефективність роботи підкопувальних органів та забезпечують оптимальні умови для обробки ґрунту та транспортування бульб до наступних етапів технологічного процесу.

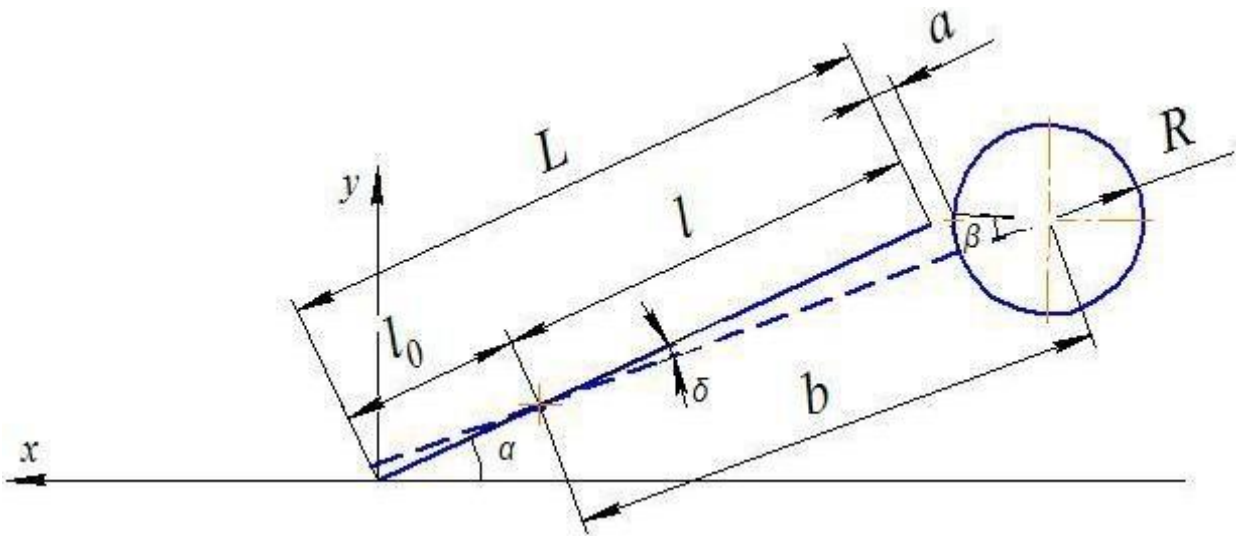



Рисунок 2.2 – Геометрична схема леміша із змінним кутом нахилу

*L* – довжина леміша, а – зазор між лемішем та валом першого елеватора, *l0* – відстань від шкарпетки леміша до шарніра, *l* – довжина шарнірної частини леміша, *R* – радіус зірочки першого елеватора, р – кут впливу першого елеватора

на підкопаний пласт, δ – зміна кута нахилу леміша, *α* – початковий кут установки

лемішів, *b*-відстань між шарніром леміш і центром обертання зірочки першого елеватора.

Відстань між шарніром леміша та центром обертання веденого валу першого елеватора:

$$b = (l + a)\cos\delta_{max} + R\cos\beta \qquad (2.1)$$

Тоді зазор між лемішем і валом елеватора:

$$a = \frac{b - R\cos\beta - l\cos\delta_{max}}{\cos\delta_{max}} \qquad (2.2)$$

Визначимо значення кута впливу першого елеватора на підкопаний пласт:

$$\cos\beta = \frac{b - (l + a)\cos\delta}{R} \qquad (2.3)$$

Тоді:

$$\beta = \arccos \frac{b - (l + a)\cos\delta}{R} \tag{2.4}$$

Знайдемо зміну кута нахилу леміша:

$$\alpha_л = \alpha + \delta \tag{2.5}$$

де $a$ - початковий кут установки леміша;

$ал$ – поточний кут нахилу леміша;

$\delta$ – зміна кута нахилу леміша.

### 2.3. Теоретичне обґрунтування параметрів пружини леміша

Змінний кут нахилу леміша забезпечується за допомогою пружини. Для теоретичного обґрунтування параметрів цієї пружини необхідно проаналізувати силову взаємодію між лемішем і бульбоносним пластом. Оскільки рух картоплекопача в стабільному режимі здійснюється з постійною швидкістю, візьмемо до уваги рівновагу леміша під дією активних сил.

Допущення моделі для цього аналізу наведені в розділі 2.3. Силами, що діють на леміш, є:

1. Реакція підпору пласта (Q) — сила, що виникає внаслідок взаємодії лемеша з ґрунтом і забезпечує підпір бульбоносного пласта.

2. Вага пласта (G) — сила тяжіння, що діє на пласт ґрунту.

3. Нормальна реакція поверхні леміша (N) — сила, що виникає на поверхні леміша внаслідок контакту з ґрунтом.

Розглянемо ці сили та їх взаємодію для встановлення параметрів пружини. Рівновага леміша в даній моделі вимагає, щоб результуючі сили, що діють на леміш, компенсували одна одну, забезпечуючи стійкий і ефективний процес підкопування.

Параметри пружини повинні бути визначені таким чином, щоб забезпечити необхідний кут нахилу лемеша і допустиме коливання для змінних

умов роботи, забезпечуючи ефективне кришення пласта та мінімальні пошкодження бульб.

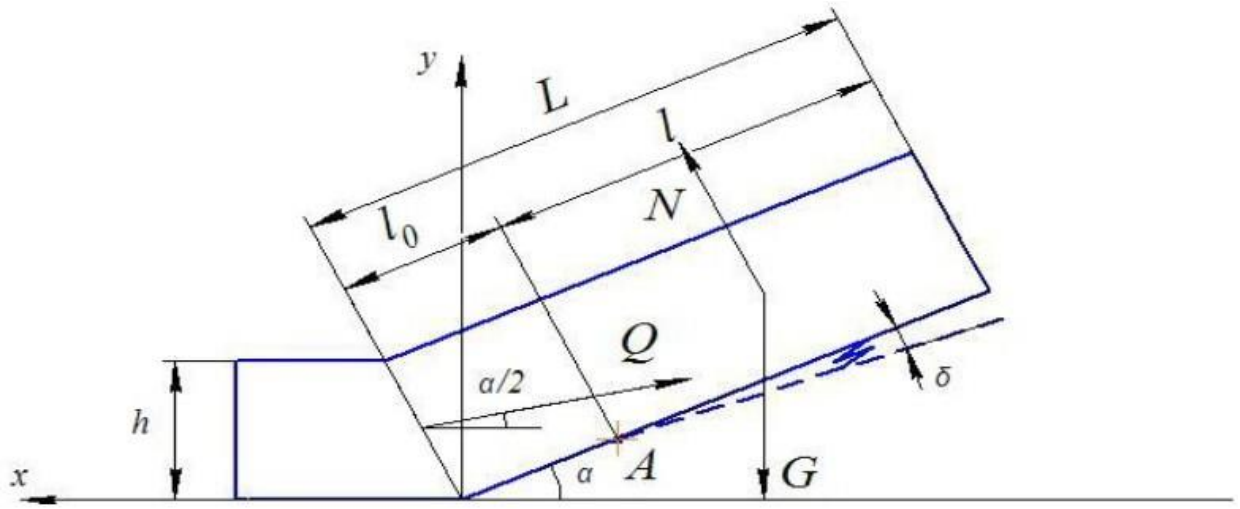



Рис. 2.3 – Схема силової взаємодії пласта з лемішем.

*N* – нормальна реакція, *G* – сила тяжіння, *h* – висота пласта, *Q* – реакція підпора, *L* - довжина леміша, *l0* - відстань від шкарпетки леміша до шарніра, *l*– довжина шарнірної частини леміша, δ – зміна кута нахилу леміша, *α* –початковий кут установки леміша, *α/2* – кут між реакцією підпору та горизонталлю.

Для знаходження нормальної реакції пласта розглянемо суму моментів щодо шарніру леміша:

$$\sum M_A = 0$$

$$N(X_C - l_0) - G(X_C - l_0)\sin\alpha - Q\left(\frac{\alpha}{2} - l_0 tg\frac{\alpha}{2}\right) = 0 \qquad (2.7)$$

де:

$X_C$– центр тяжкості леміша, м.

Виразимо нормальну реакцію поверхні леміша з виразу (2.20):

$$N = \frac{G(X_C - l_0)\sin\alpha + Q\left(\frac{\alpha}{2} - l_0 tg\frac{\alpha}{2}\right)}{X_C - l_0} \qquad (2.8)$$

Для визначення зусилля, яке створюється пружиною, слід розглянути взаємодію леміша з пружиною. Зусилля стиснення пружини можна обчислити за допомогою рівняння рівноваги, аналізуючи суму моментів відносно шарніру А (рис. 2.6).

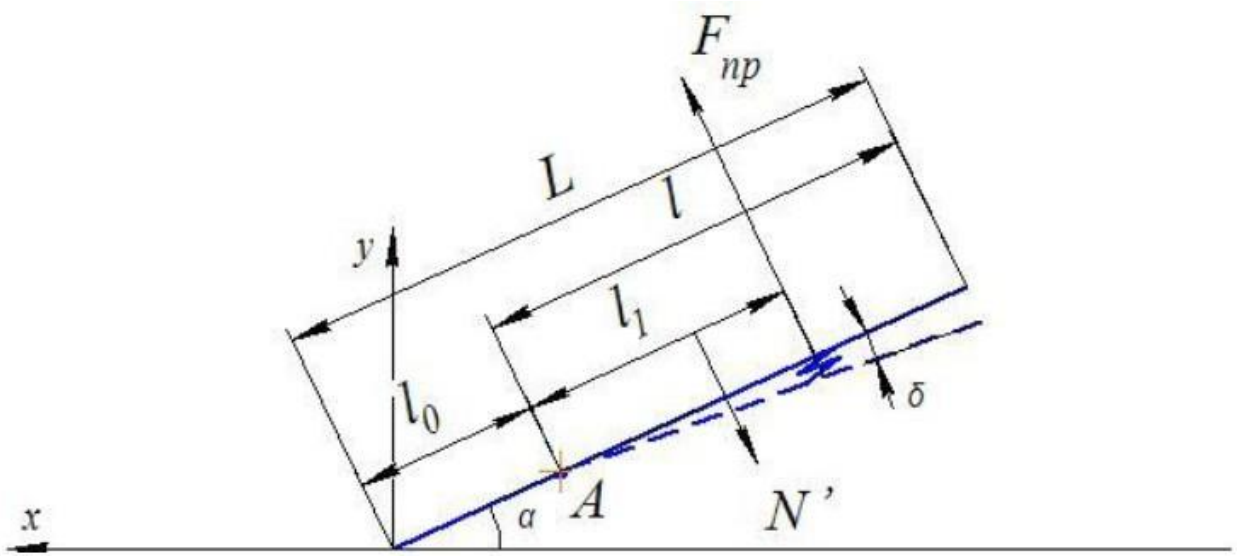



Рисунок 2.4 – Схема силової взаємодії леміша з пружиною

$$F_{ПР}l_1 - N'(X_C - l_0) = 0 \tag{2.9}$$

Виразимо з виразу (2.9) величину зусилля стиснення пружини:

$$F_{ПР} = \frac{N'(X_C - l_0)}{l_1} \tag{2.10}$$

Підставивши значення нормальної реакції *N*, отримаємо:

$$F_{ПР} = -Gl_1(X_C - l_0)\sin\alpha - Ql_1\left(\frac{\alpha}{2} - l_0 tg\frac{\alpha}{2}\right) \tag{2.11}$$

З урахуванням формул (2.10), (2.11) та (2.12) напишемо остаточне рівняння для розрахунку зусилля пружини:

$$F_{ПР} = -Gl_1(X_C - l_0)\sin\alpha - 2kabv_a^2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)tg\left(\varphi + \frac{\alpha}{2}\right)l_1\left(\frac{\alpha}{2} - \right. \tag{2.12}$$

Для аналізу впливу швидкості копача і параметрів підкопуючого пласта, що забирається, проведемо розрахунки в програмі MathCAD:

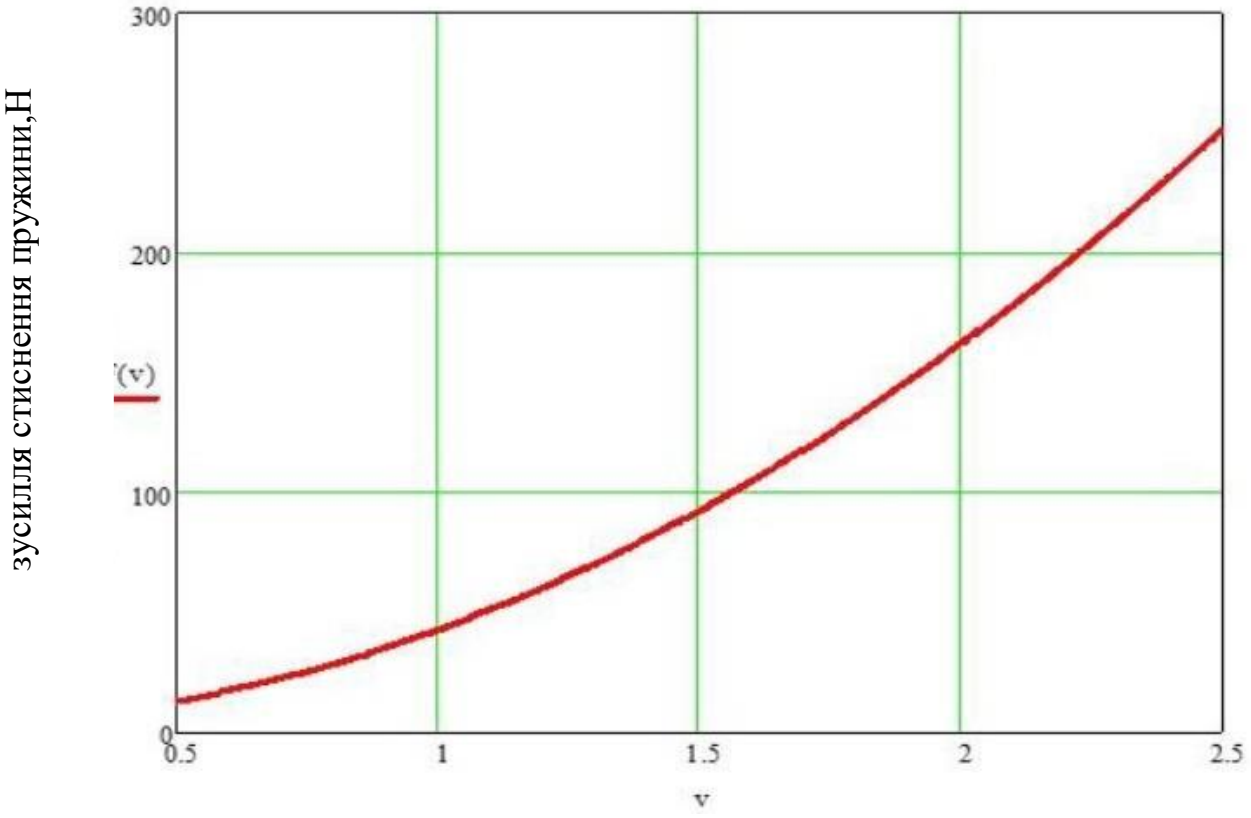



Рис. 2.5 – Графік впливу швидкості копача на величину зусилля стиснення пружини

З отриманого графіка видно, що величина зусилля стиснення пружини суттєво залежить від швидкості роботи картоплекопувача. Із збільшенням швидкості зростає й зусилля стиснення пружини. Це дозволяє вибрати оптимальні параметри пружин для конкретних умов роботи картоплезбиральної машини, враховуючи різні значення швидкості та умов збирання.

## 2.4. Дослідження величини піднімання компонентів пласта картоплі та ґрунту

Розглянемо взаємодію прутків елеватора з пластом ґрунту та картоплі. При зміні кута нахилу пружного леміша подача пласта до валу пруткового елеватора здійснюється на різних висотах, що впливає на інтенсивність і напрямок впливу прутків на підкопаний пласт. Чим більший опір картопляного пласта, тим менший кут нахилу леміша, що зменшує тяговий опір і дозволяє більш інтенсивно взаємодіяти з пластом за допомогою пруткового елеватора.

Щоб уникнути підрізання бульб леміша між бульбовим гніздом і лезом, на технологічному зазорі має бути не менше 2 см. Такий прошарок ґрунту захищає бульби картоплі від надмірного впливу прутків, що може призвести до їх пошкодження.

Процес впливу прутків на пласт можна розділити на два етапи:

1. Перший етап: Вплив прутків основного елеватора на пласт, внаслідок чого компоненти пласта набувають певної швидкості.

2. Другий етап: Компоненти з набутою швидкістю продовжують рухатися всередині картопляного вороху, і тут важливо, щоб компоненти не відкидались назад на леміш картоплезбиральної машини.

Вивчаючи взаємодію прутків з компонентами картопляного вороху, можна зробити кілька припущень:

1. Вплив прутків елеватора на пласт призводить до його руйнування, утворюючи картопляну купу з різними компонентами (ґрунт, бульби).

2. Потужність, витрачена на холостий хід і підйом картопляного вороху, залишається постійною.

Оскільки взаємодія відбувається протягом короткого проміжку часу, для точного розрахунку сил, що діють на пласт, доцільно скористатися теоремою про зміну кількості руху. Це дозволяє більш точно оцінити енергію, яка витрачається на підйом картопляного вороху та на його подальшу обробку.

$$m\left(\overline{V}_2 - \overline{V}_1\right) = F\,\Delta t \tag{2.13}$$

де $m$ - Маса компонента картопляного вороху, кг;

$\overline{V}_1$ – швидкість руху компонента до взаємодії із прутком, м/с;

$\overline{V}_2$ – швидкість руху компонента після взаємодії із прутком елеватора, м/с;

$\overline{F}$ – середня сила удару протягом $\Delta t$, Н;

$\Delta t$ – час удару, с.

Оскільки вага прутка елеватора є малою, інерційний вплив прутка на силу удару є незначним. Тому величину сили можна виразити через потужність, що витрачається на привід основного елеватора. Загальна потужність, необхідна для приводу елеватора, складається з кількох складових:

$$P_{заг} = P_{хх} + P_{пв} + P_{кр} \tag{2.14}$$

де $P_{заг}$ - загальна потужність, що витрачається на привід елеватора, Вт;

$P_{хх}$ - потужність холостого ходу основного елеватора, Вт;

$P_{пв}$ - потужність, що витрачається на підйом картопляного вороху, Вт;

$P_{кр}$ - потужність, що витрачається на кришення пласта, Вт.

Оскільки потужності, що витрачаються на холостий хід та підйом картопляного вороху, залишаються постійними, потужність, яка витрачається на кришення пласта, виглядає таким чином:

$$P_{кр}=P_{заг}-P_{хх}-P_{пв} \tag{2.15}$$

Сила удару дроту елеватора по компоненту пласта визначається виразом:

$$F = \frac{P_{кр}}{V_e} = \frac{P_{заг} - P_{хх} - P_{пв}}{V_e} \tag{2.16}$$

де $V_e$ – швидкість елеватора, м/с.

Інтенсивність взаємодії пласта з основним елеватором залежить від кута β, який визначає напрямок впливу. Кут β, в свою чергу, залежить від точки подачі пласта до основного елеватора, а саме від кута нахилу леміша α.

Розрахункова схема взаємодії прутка основного елеватора з компонентом пласта наведено рис2.6.

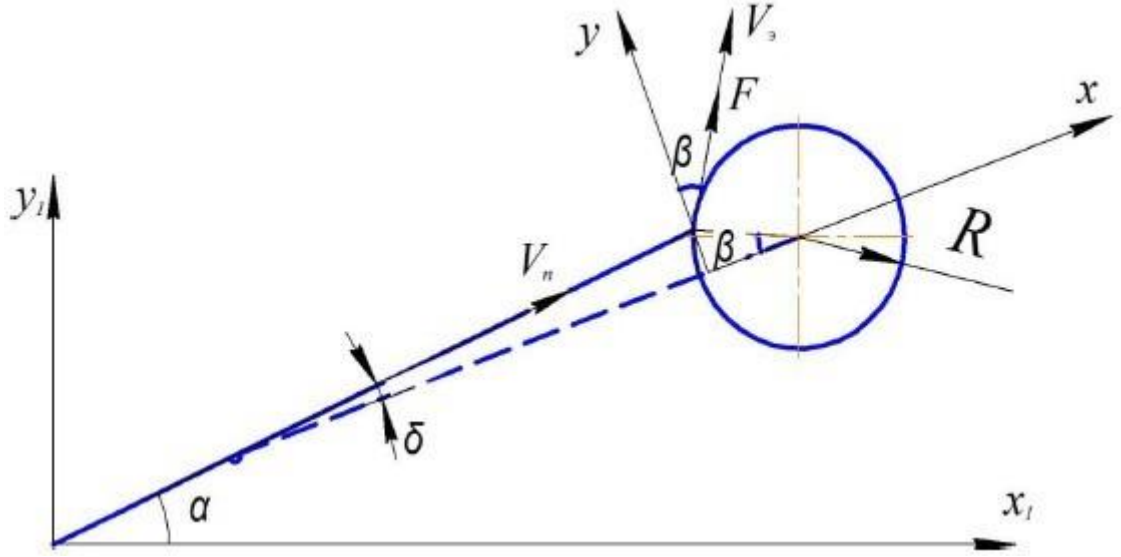



Рисунок 2.6 – Розрахункова схема взаємодії прутка основного елеватора з компонентом пласта

Спроектуємо швидкість руху пласта по лемішу до взаємодії з прутком. Тоді початкова швидкість руху пласта визначатиметься виразом:

$$V_1 = \frac{V_n \sin\delta}{\cos\beta} \tag{2.17}$$

де $V_n$ - швидкість руху пласта по лемі, м/с.

Знайдемо швидкість руху компонента картопляного вороху після взаємодії з прутком елеватора з формули (2.26) з урахуванням виразу (2.30).

$$V_2 = \frac{F\Delta t}{m} + \frac{V_n \sin\delta}{\cos\beta} \tag{2.18}$$

Розрахуємо швидкість руху компонента картопляного вороху після його взаємодії з прутком елеватора, використовуючи вираз (2.18) та побудуємо графік у програмі MathCAD.

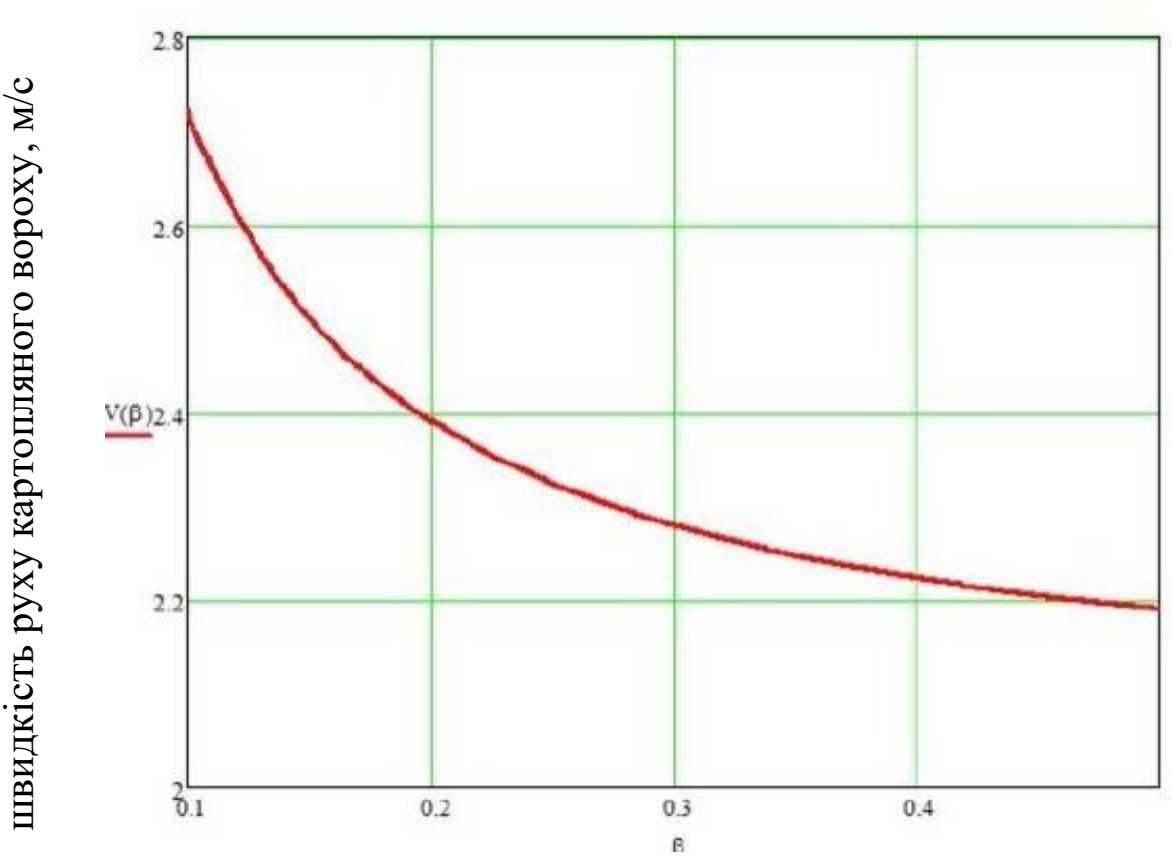



Рис. 2.7 – Графік залежності швидкості руху картопляного вороху після взаємодії з робочими органами

Зменшення кута нахилу леміша призводить до зниження кута впливу і збільшення швидкості картопляного вороху. З урахуванням необхідності уникнення пошкоджень бульб картоплі та можливості регулювання кута нахилу леміша, його діапазон змін варіюється від 22° до 30°.

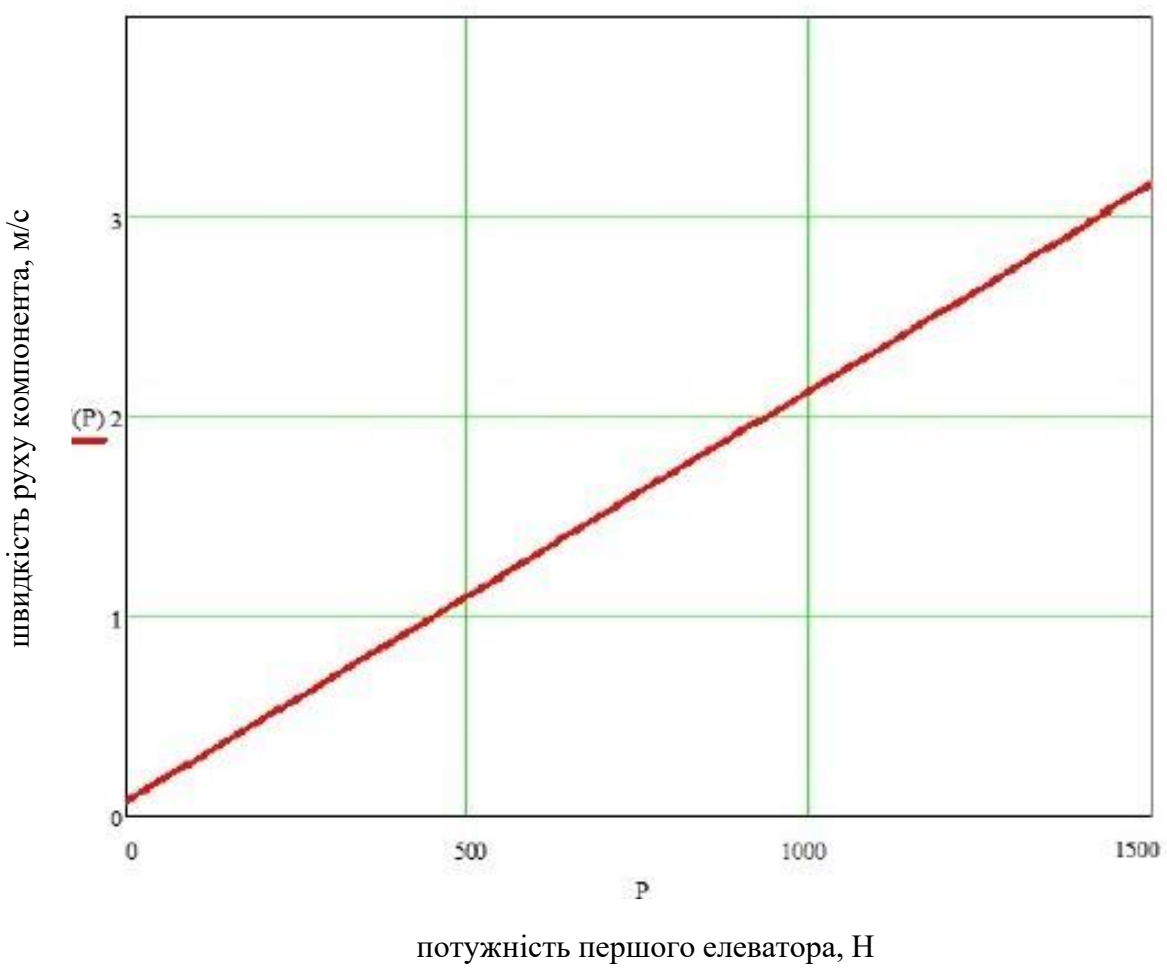



Рис. 2.8 – Графік залежності швидкості руху компонента картопляного вороху від потужності, що витрачається на піднімання пласта

З графіка видно, що зі збільшенням швидкості руху компонента картопляного вороху після взаємодії з прутком елеватора зростає потужність, що витрачається на подрібнення пласта, і це є лінійною залежністю. Рух компонента картопляного вороху після взаємодії з прутком елеватора відбувається за рахунок інерції руху компонента по лемішу та взаємодії з прутком основного елеватора. Напрямок руху вздовж леміша визначається поточним кутом нахилу леміша ал, а напрямок удару характеризується кутом β. Абсолютна швидкість частинок компонента визначатиметься за правилом паралелограма (рис. 2.9), а напрямок руху (кут θ) залежатиме від величини та напряму складових швидкостей:

На підставі отриманих рішень виразів (2.16) та (2.18) побудуємо графік у програмі MathCAD.

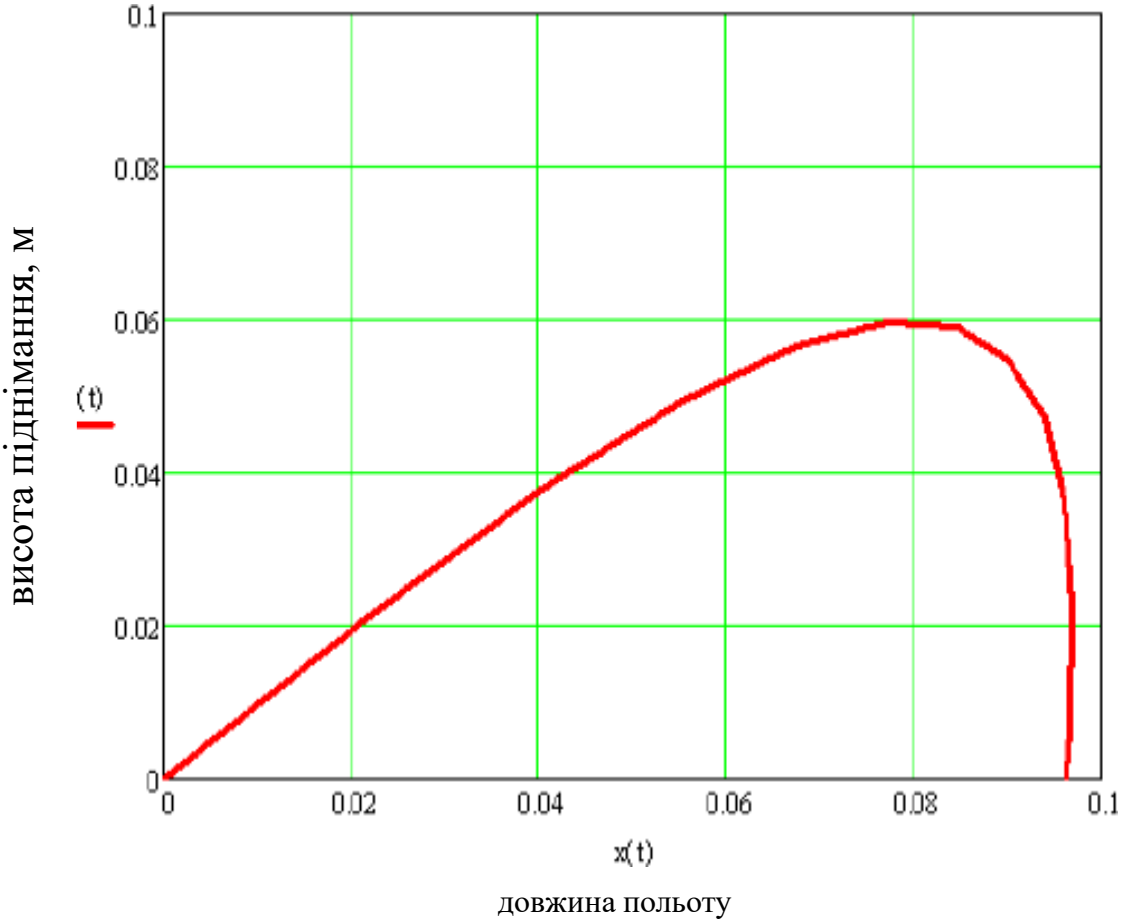



Рис 2.9 – Графік траєкторії руху компонента картопляного вороху після взаємодії з прутком елеватора

Аналізуючи отриманий графік, можна помітити, що траєкторія руху картопляного вороху є параболою, і вона залежить від кута впливу першого елеватора на підкопаний пласт р і швидкості руху компонента по леміху. При прийнятих значеннях (V = 1,2 м/с, m = 3,5 кг, v = 25 Н/(м/с), α = 0,3 рад, ψ = 0,5 рад) висота підскоку становить 0,06 м, а дальність польоту частинок — близько 0,1 м, що не перевищує значень, які можуть спричинити пошкодження бульб [19].

## 2.5 Дослідження агрегату у складі трактора МТЗ-82 та картоплекопача КТН-2В з удосконаленим органом

Експериментальні дослідження проводилися на агрегаті, що складався з трактора МТЗ-82 та картоплекопача КТН-2В з удосконаленим підкопуючим органом, прибирання здійснювалося на 2 передачі. Налаштування робочих органів картоплекопача проводилося відповідно до агротехнічних вимог до якості збирання картоплі. Для досягнення оптимальної роботи картоплекопача змінювався натяг пружин леміша, що дозволяло регулювати кут нахилу леміша та місце подачі пласта на елеватор.

Жорсткість пружини була встановлена на рівні 10,3 Н/мм. Експеримент проводився за розробленою методикою та матрицею планування експерименту. Результати однофакторного експерименту наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Результати однофакторного експерименту, проведеного на картоплекопачеві КТН-2В з удосконаленим органом, що підкопує:

| Параметри експерименту | Значення 1 | Значення 2 | Значення 3 |
|---|---|---|---|
| Натяг пружини (Н/мм) | 10,3 | ... | ... |
| Кут нахилу леміша (°) | 18 | 20 | 22 |
| Висота підскоку (м) | 0,06 | 0,08 | 0,09 |
| Дальність польоту (м) | 0,1 | 0,12 | 0,13 |
| Потужність (кВт) | 5,2 | 5,5 | 5,7 |
| Збір картоплі (кг/га) | 3200 | 3300 | 3400 |

Аналіз статистичних показників моделі

Згідно з проведеним аналізом, модель демонструє адекватність, оскільки коефіцієнт детермінації $R^2$ становить 0,73. Це свідчить про достатній рівень узгодженості між теоретичними значеннями та отриманими експериментальними результатами. Найбільший вплив на рівняння регресії має коефіцієнт при останньому члені рівняння, який дорівнює 107,619, що підтверджує параболічний характер залежності між натягом пружини та висотою піднімання картопляного вороху.

На основі отриманого рівняння регресії було побудовано графік залежності висоти піднімання картопляного вороху від натягу пружини, що представлений на рис. 2.10.

Аналіз графіка

З аналізу графіка видно, що найбільша висота підйому картопляного вороху, яка дорівнює 0,062 м, спостерігається при попередньому натягу пружини 0,005 м. Це свідчить про важливість натягу пружини для забезпечення стабільності висоти піднімання картопляного вороху під час роботи картоплекопача.

Вплив натягу пружини на якість роботи картоплекопача

Оскільки висота піднімання безпосередньо пов'язана з інтенсивністю впливу на пласт, нами також було оцінено вплив натягу пружини на якісні показники роботи картоплекопача. Зокрема, аналізувалася кількість бульб, що залишаються на поверхні ґрунту, а також різні види пошкодження бульб, такі як розрізи чи вм'ятини. Зміни в натязі пружини впливають на ефективність піднімання вороху, що, в свою чергу, корелює з рівнем пошкоджень та втратами під час збирання.

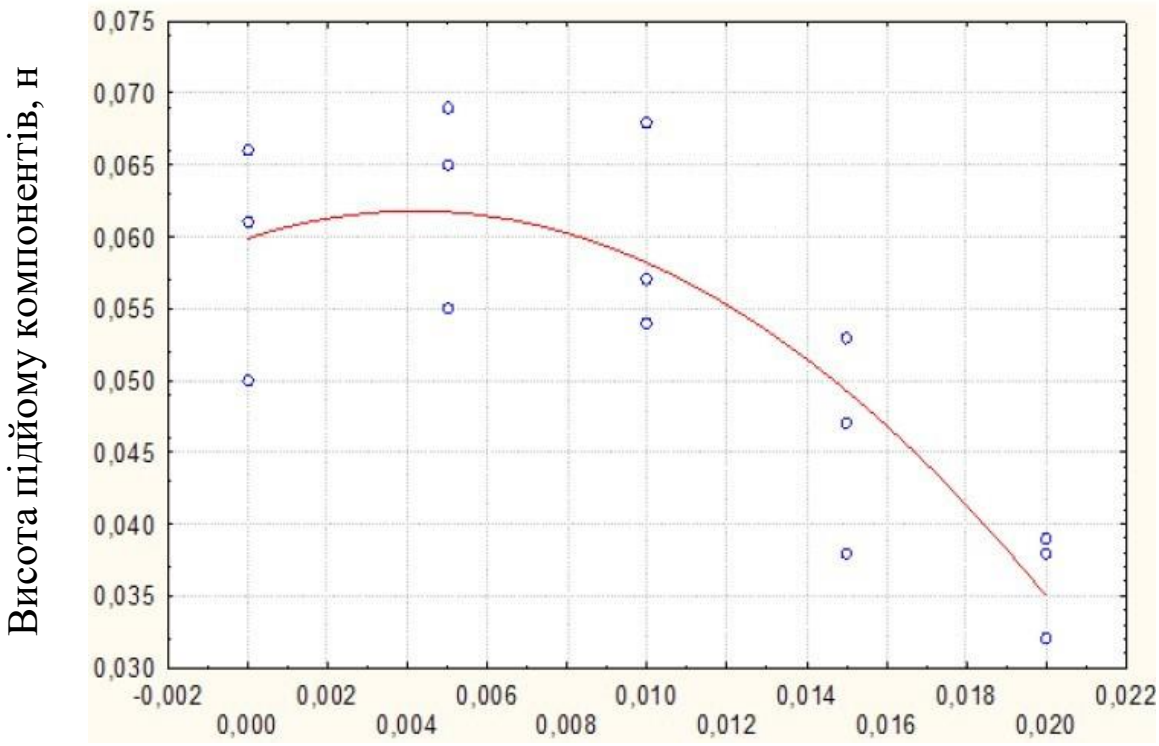



Рисунок 2.10 – залежність висоти піднімання картопляного вороху від попереднього натягу пружини

Збільшення впливу на картоплю незначно підвищує рівень пошкоджень, що пояснюється наявністю прошарку ґрунту між картоплею та прутками елеватора. Цей прошарок захищає бульби від інтенсивного механічного впливу, що мінімізує пошкодження. Однак, водночас, таке збільшення впливу сприяє поліпшенню процесу сепарації.

## 2.6Результати досліджень серійного та вдосконаленого картоплекопача КТН-2В

Для проведення порівняльних випробувань ми обрали картоплекопач КТН-2В, що агрегатується з трактором МТЗ-82. На цьому картоплекопачі були встановлені як серійні, так і вдосконалені підкопувальні робочі органи.

Випробування картоплезбиральних машин проводились на ділянках з попередньо скошеним бадиллям, висота зрізу якого не перевищувала 15 см. Для

оцінки ефективності збирання, втрат та пошкоджень бульб картоплі була встановлена вісь з рулоном плівки довжиною 10 м, що вільно оберталася. Оскільки довжина рулону була порівнянною з довжиною облікової ділянки, під час роботи картоплекопача купа, що виходила з елеватора, падала на плівку до завершення облікової ділянки. Наприкінці ділянки машину зупиняли, вимикаючи приводи всіх робочих органів і технологічних ліній.



Рисунок 2.11 - Удосконалений картоплекопач КТН-2В під час визначення повноти збирання (вид ззаду)

Визначення повноти збирання, втрат та пошкоджень бульб картоплі. Повноту збирання та втрати бульб картоплі визначали на облікових ділянках після проходу картоплекопача. Визначення видимих пошкоджень проводили безпосередньо в полі в день проведення випробування. Для подальшого аналізу з ділянки брали проби бульб вагою не менше 15 кг, виключаючи інші бульби. Потім бульби ділили на дві групи: цілі та пошкоджені, і поміщали їх на десятиденне зберігання. Після цього проводили другий огляд, щоб оцінити потемніння м'якоті бульб. Для цього бульби розрізали перпендикулярно до поздовжньої осі на часточки товщиною 5 мм, при цьому враховували лише кількість вогнищ потемніння м'якоті, що проникає на глибину більше 5 мм.

При обробці даних для отримання показника ступеня пошкоджень бульб

робився перерахунок кількості пошкоджень, що припадають на 100 штук картоплі, за формулою:

$$П = \frac{m_{пов} \cdot 100}{n_{кл}}, шт \quad (2.19)$$

де *П* – кількість пошкоджень, що припадають на 100 штук бульб;

$m_{пов}$ – кількість випадків того чи іншого виду пошкоджень;

$n_{кл}$ – кількість бульб у пробі, прим.

*100* – кількість бульб, якими проводиться перерахунок при перерахунку потемнінь м'якоті на 100 бульб, кількість вогнищ, виявлених у групі цілих та пошкоджених – підсумовувалося.

Таблиця 2.2 – результати випробувань серійного та вдосконаленого картоплекопача КТН-2В

| Найменування даних | Картоплекопач КТН-2В | |
|---|---|---|
| | Серійний | Удосконалений |
| 1. Строки проведення випробувань. | вересень – жовтень | |
| 2. Температура повітря, °С | 13 | |
| 3. Температура ґрунту на глибині залягання бульб, °С | 8 | |
| 4. Попередня обробка | видалення бадилля (машина КИР-1,5Б) | |
| 5. Робоча швидкість агрегату, км/год | 3,4 | 3,9 |
| 6. Якість виконання технологічного процесу, %: | 92,4 | 95,3 |
| 6.1. Кількість бульб на поверхні | 0,8 | 0,8 |
| 6.2. Залишено у ґрунті | 6,8 | 3,9 |
| 6.3 Присипано ґрунтом | - | - |
| 6.4. Усього втрат | 7,6 | 4,7 |

Аналіз таблиці 2.2 показав переваги та незначні недоліки вдосконаленого картоплекопача з модернізованим робочим органом у порівнянні з серійною моделлю:

- Використання вдосконаленого картоплекопача КТН-2В призводить до зниження втрат бульб на 2,9% порівняно з серійним, завдяки зменшенню кількості клубнів, що залишаються на ґрунті;
- Вдосконалений орган, що підкопує, дещо збільшує рівень пошкоджень бульб на 0,11%;
- Збільшення впливу на пласт на початковій стадії технологічного процесу покращує сепарацію ґрунту, що дозволяє збільшити робочу швидкість агрегату до 3,9 км/год.

**Висновки до розділу**

У ході дослідження запропоновано та обґрунтовано вдосконалення конструкції картоплекопача КТН-2В шляхом введення регульованого підкопуючого пристрою. Основною особливістю є можливість змінювати кут нахилу леміша залежно від типу ґрунту та умов роботи, що дозволяє зменшити тяговий опір, знизити залипання ґрунту та підвищити ефективність подрібнення пласта.

Теоретично проаналізовано силову взаємодію між лемішем і ґрунтовим пластом з метою визначення оптимальних параметрів пружини, що регулює положення леміша. Побудовано графічну залежність зусилля стиснення пружини від швидкості руху копача, що свідчить про необхідність врахування цього параметра в роботі.

Практичні дослідження показали, що зміна кута нахилу леміша впливає на рух компонентів картопляного вороху, висоту їх підскоку і дальність польоту. Оптимальний діапазон кута нахилу становить 18°–25°, що забезпечує мінімальне пошкодження бульб і підвищену ефективність транспортування вороху.

Польові випробування підтвердили ефективність запропонованих змін: вдосконалений копач демонструє зниження втрат бульб на 2,9%, покращену сепарацію ґрунту та збільшення робочої швидкості до 3,9 км/год. Це досягнуто завдяки оптимізованому впливу на пласт на початку технологічного процесу, стабілізації руху часток за допомогою правильно підібраної пружини, а також врахуванню характеристик ґрунту й культури під час випробувань.

# РОЗДІЛ 3
# ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАРТОПЛЕКОПАЧА КТН-2В З УДОСКОНАЛЕНИМ ОРГАНОМ

## 3.1 Загальні вимоги до охорони праці

Під час роботи з картоплекопачем КТН-2В, особливо з удосконаленим органом, необхідно дотримуватись усіх вимог охорони праці, щоб забезпечити безпеку працівників та запобігти нещасним випадкам. Це включає в себе як безпосереднє використання картоплекопача, так і проведення регулювальних та налаштувальних робіт на полі. Для забезпечення належного рівня безпеки необхідно:

1.Перевірка технічного стану агрегату перед експлуатацією**:** Перед початком роботи обов'язково перевіряється технічний стан картоплекопача та трактора МТЗ-82. Усі робочі органи, зокрема удосконалений орган, що підкопує, повинні бути в належному стані. Перевіряються натяги пружин леміша, а також правильність налаштування кута нахилу робочих органів.

2.Носіння засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): Під час роботи з картоплекопачем необхідно використовувати засоби індивідуального захисту:

- захисні рукавички для запобігання травмам від гострих частин обладнання;
- захисні окуляри для запобігання попадання сторонніх часток у очі;
- спеціальне взуття для захисту від пошкоджень при можливому контакті з важкими або рухомими частинами техніки.

3.Забезпечення безпеки на робочому місці: Робочі зони, де проводяться операції з картоплекопачем, повинні бути добре освітлені. Протягом роботи не можна перебувати в небезпечних зонах агрегату, таких як підкопувальна частина, де можуть бути спричинені травми рухомими частинами чи компонентами машини.

### 3.2 Безпека під час налаштування і роботи

1. Налаштування натягу пружин леміша**:** Під час налаштування натягу пружин леміша необхідно переконатися, що всі з’єднання на пружинах та інших компонентах не ослаблені. Підвищений натяг пружин може створювати додаткові навантаження на робочі органи, тому важливо проводити налаштування відповідно до інструкції.

2. Робота з прутковим елеватором: Важливо дотримуватись обережності під час роботи з прутковим елеватором, оскільки його рухомі частини можуть бути небезпечними при неправильному обслуговуванні чи втручанні. Всі працівники повинні бути проінструктовані щодо безпечного використання даного елемента.

3. Використання захисних бар'єрів і зупинних механізмів: Під час обробки картоплі та інших компонентів за допомогою прутків елеватора, необхідно забезпечити наявність бар'єрів та зупинних механізмів, які мінімізують можливість пошкодження або травмування працівників. У разі виявлення будь-яких несправностей, робота з машиною повинна бути припинена до їх усунення.

### 3.3 Підготовка робочого місця

1. Очищення робочої ділянки від небезпечних предметів: До початку роботи необхідно переконатися, що на полі відсутні камені, металеві предмети та інші перешкоди, які можуть спричинити пошкодження техніки або небезпеку для працівників.

2. Підготовка трактору та картоплекопача до роботи: Трактор МТЗ-82 та картоплекопач повинні бути підготовлені до роботи, включаючи перевірку технічних вузлів, таких як трансмісія, гальмівні системи, а також системи змащення і охолодження. Особливо важливо перевірити, чи налаштовані робочі

органи агрегату для забезпечення максимальної ефективності прибирання та мінімізації пошкоджень бульб.

### 3.4 Технічне обслуговування та ремонт

1. Планове технічне обслуговування: Для забезпечення безпеки та нормальної роботи картоплекопача необхідно проводити планове технічне обслуговування. Це включає перевірку і заміну зношених елементів, перевірку натягу пружин леміша, а також огляд робочих органів на предмет пошкоджень.

2. Ремонт та заміна частин: Всі ремонтні роботи повинні проводитися згідно з інструкцією виробника, а також із застосуванням необхідних засобів захисту для персоналу. Заміну зношених частин треба проводити своєчасно, щоб уникнути небезпечних ситуацій під час роботи.

**Висновки охорони праці:**

1. Дотримання технічних вимог до обслуговування картоплекопача та налаштування робочих органів є основою безпеки при його експлуатації.

2. Використання належних засобів індивідуального захисту та безпечних робочих практик гарантує мінімізацію ризиків травм.

3. Регулярне технічне обслуговування та своєчасний ремонт агрегату є запорукою безперебійної роботи та безпеки на робочому місці.

# РОЗДІЛ 4
# ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ З УДОСКОНАЛЕНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ

## 4.1 Вихідні дані

Розрахунок показників економічного ефекту проводився для серійного та вдосконаленого картоплекопачів КТН-2В, агрегатованих з трактором МТЗ-82, згідно методики [21].

Таблиця 4.1 – для розрахунку економічного ефекту серійного та вдосконаленого картоплекопачів

| Показники | Картоплекопач КТН-2В | |
|---|---|---|
| | Серійний | Удосконалений |
| Агрегатування | МТЗ-82 | МТЗ-82 |
| Продуктивністьза годину основного часу, га/год | 0,33 | 0,38 |
| Маса, кг | 730 | 735 |
| Сума годинної оплати праці, грн. | 139,6 | 139,6 |
| Витрата ПММ, грн. | 11,5 | 11,5 |
| Комплексна ціна на 1 кг ПММ, грн. | 36,50 | 36,50 |
| Річна завантаження картоплекопача, год: | 100 | 100 |
| Вартість машини, грн. | 181527,00 | 194647,00 |
| Норма амортизаційних відрахувань, % | 12,5 | 12,5 |

Розрахунок техніко-економічних показників Додаток Б

Удосконалений картоплекопача КТН-2В окупиться менш ніж за рік роботи.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2-Техніко-економічні показники

| Показники | Серійний | Удосконалений |
|---|---|---|
| Продуктивність за годину змінного часу, га/год | 0,33 | 0,38 |
| Продуктивність за сезон (рік), га | 33 | 38 |
| Питома матеріаломісткість, кг/га | 22,12 | 19,34 |
| Витрати праці 1 га, люд*год/га | 3,03 | 2,63 |
| Балансова вартість машини, грн. | 208756,00 | 222242,59 |
| Зарплата обслуговуючого персоналу, грн/га | 423,03 | 367,37 |
| Амортизаційні відрахування, грн/га | 790,74 | 731,06 |
| Відрахування на ТОРХ, грн/га | 948,89 | 877,27 |
| Витрати на ПММ, грн/га | 1271,97 | 1104,60 |
| Прямі виробничі витрати, грн/га | 3434,63 | 3080,30 |
| Наведені витрати, грн/га | 4383,52 | 3957,57 |
| Річний економічний ефект, грн | 16186,1 | |
| Зниження прямих виробничих витрат, % | 10,3 | |
| Термін окупності інвестицій, рік | 0,84 | |

З таблиці 4.2 видно, що балансова вартість удосконаленого картоплекопача КТН-2В в порівнянні з серійним зросла через модернізацію підкопувальної частини. Підвищення ефективності сепарації ґрунту дозволило збільшити швидкість агрегату, що, у свою чергу, сприяло зростанню продуктивності машини на 13,2%. Це призвело до зниження експлуатаційних витрат, зокрема на оплату праці, амортизацію та ТОРХ, а також питомих капіталовкладень та наведених витрат. Річний економічний ефект від використання одного картоплекопача становитиме 16 186,1 грн.

**Висновки до розділу:**

Розрахунок техніко-економічної ефективності показав, що балансова вартість вдосконаленого картоплекопача КТН-2В порівняно з серійним трохи зросла через модернізацію підкопувальної частини. Однак зниження тягового опору підкопувальних органів і підвищення інтенсивності впливу на початку технологічного процесу покращили сепарацію ґрунту, що дозволило збільшити швидкість агрегату та підвищити продуктивність машини на 13,2%. Це, в свою чергу, знизило прямі виробничі витрати на 10,3%, амортизаційні відрахування та ТОРХ на 7,55%, а також питомі капіталовкладення на 7,55% та наведені витрати на 9,72%. Річний економічний ефект на один картоплекопач складе 16 186,1 грн, а термін окупності — менше одного року.

# ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Одним із перспективних напрямків удосконалення картоплезбиральних машин є впровадження модернізованих лемішів, що дозволяють значно посилити вплив робочих органів на початковій стадії технологічного процесу підкопування картоплі, що позитивно впливає на ефективність роботи машин.

2. У рамках теоретичного дослідження було проаналізовано вплив робочих органів на компоненти ґрунтового пласта під час переходу з леміша на прутковий елеватор. Було встановлено залежність швидкості руху компонентів картопляного вороху після взаємодії з прутком елеватора від кута впливу на пласт, а також визначено траєкторію руху компонентів після цього впливу, що дозволяє точно прогнозувати результативність роботи механізму.

3. Господарські випробування серійного та вдосконаленого картоплекопача КТН-2В показали наступні результати:

- при використанні вдосконаленого картоплекопача КТН-2В втрати бульб знизилися на 2,9% порівняно з серійним моделлю завдяки зменшенню кількості бульб, які були присипані ґрунтом;
- збільшення впливу робочих органів на пласт на початку технологічного процесу сприяло підвищенню робочої швидкості агрегату до 3,9 км/год, що дозволяє зменшити час збирання.

5. Розрахунок економічного ефекту показав, що завдяки зниженню тягового опору підкопувальних органів і підвищенню інтенсивності впливу робочих органів на початкових етапах технологічного процесу підкопування, продуктивність машини зросла на 13,2%. Це призвело до зниження експлуатаційних витрат та поліпшення ефективності роботи. Річний економічний ефект для одного картоплекопача складе 16 186,1 грн, а термін окупності становить менше одного року. Такий ефект забезпечується за рахунок підвищення ефективності роботи картоплекопача, зниження витрат на його обслуговування та підвищення швидкості виконання робіт.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА


1. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т: Т 1/ А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012. – 584 с.

2. Горкуценко О.В. Виробництво ранньої картоплі, К., Урожай, 1991. – 168 с.

3. Практикум з використання машин у рослинництві / В.Ю. Ільченко, А.С. Кобець, В.П. Мельник, П.І. Карасьов, П.М. Кухаренко. ДДАУ. – Дніпропетровськ, 2002. – 212 с.

4. Погорілий С. О., Молоцький М. Я. Технологія вирощування картоплі в Лісостепу України: Монографія. – Біла Церква: БДАУ, 2007. – 164 .

5. Кучко А.А. Довідник картопляра, К., Урожай, 1991. – 232. с.

6. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: навчальний посібник / А. С. Кобець, Т. Д. Іщенко, Б. А. Волик, О. А. Демидов. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

7. Картопля / За ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. – Біла Церква, 2002. – Т. 1. – 536 с.

8. Настенко П. М. Технологія виробництва картоплі. – К.: Урожай, 1975. – 165 с.

9. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. "Сільськогосподарські машини". - К.: Урожай, 1994 р.- 346 с.

10. Головчук А.Ф., Марченко В., Орлов В.Ф.,: Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки. Підручник: У3 кн./ за ред. А.Ф. Головчука – К.: «Грамота», 2005. – Кн. 3: Машини сільськогосподарські. – 576с.

11. Теслюк П. С., Молоцький М. Я. Практичний порадник картопляра. К.: Київ, 1999. – 258 с.

12. Основи наукових досліджень в агрономії : Підручник / В.О.Єщенко, П.Г.Копитко, В.П.Опришко, П.В.Костогриз; за ред.. В.О.Єщенко. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.

13. Про державну підтримку сільського господарства України: Закон України // Відомості Верховної Ради. – 2004. – № 49. – Ст. 527.

14. Шевченко І.А. Обґрунтування технологій та технічних засобів для обробітку ґрунтів на базі їх агрофізичних показників: Дис… докт. техн. наук: 05.05.11. – Мелітополь, 2003. – 403 с.

15. Булгаков В.М., Шелудченко Б.А. Самоорганізація ґрунтових структур. – К.: Видавництво НАУ, 1998. – 58 с.

16. Операційна технологія виробництва картоплі / За ред. В. І. Дзюби, В. Г. Батюти. – К.: Урожай, 1987. – 197 с.

17. Czyz E.A., Dexter A.R., Niedzwiecki J. Wplyw zawartosci ilu koloidalnego i substancji organicznej oraz gestosci objetosciowej na przewodnosc hydrauliczna nasycona i nienasycona warstwy ornej gleb // IBMER. – Warszawa, 2002. – S. 101-109.

18. Українська асоціація виробників картоплі. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.potatoclub.com.ua/

19. Козаченко Б.О. Механізація виробництва картоплі: Довідник / Б.О. Козаченко, В.В. Кононученко. - К.: Урожай, 1991. - 176 с.

20. Ротаційний сепаруючий робочий орган картоплезбиральної машини: Патент № 37836А. Україна // І.Шевченко, В.Ткачук, А.Курко. – 17.07.2001. Бюл. № 6. – 4 с.