
Обґрунтування параметрів функціонування непривідних дисків, які використовуються для підкопування картопляного вороху

Сергій Грушецький

Кафедра агроінженерії і системотехніки імені Михайла Самокиша, Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський, Україна
ORCID 0000-0002-0487-6152

Олег Кирик

Кафедра машиновикористання і технологій в сільському господарстві, Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани Тернопільська область, Україна
ORCID 0000-0003-4551-3187

Для цитування цієї статті:

Грушецький Сергій, Кирик Олег. Обґрунтування параметрів функціонування непривідних дисків, які використовуються для підкопування картопляного вороху. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 4, No. 2, 2025, pp. 121-139.

doi: 10.46299/j.isjea.20250402.08.

Надійшла до редакції: 01 березня 2025 р.; **Схвалено:** 31 березня 2025 р.;

Опубліковано: 01 квітня 2025 р.

Анотація: Параметри функціонування непривідних дисків, які використовуються для підкопування картопляного вороху, визначають ефективність процесу та зменшують втрати врожаю. Основними факторами, що впливають на роботу таких дисків, є їх діаметр, кут нахилу, глибина обробки, ширина захвату, а також матеріали, з яких вони виготовлені. Діаметр диска впливає на глибину підкопування, зокрема, великий діаметр дозволяє глибше проникати в ґрунт, що важливо для збирання картоплі на значній глибині. Оптимальний діаметр варіюється між 300 та 600 мм, в залежності від типу ґрунту. Кут нахилу диска має значення для ефективності його взаємодії з ґрунтом та картоплею. Ідеальний кут становить 15-30 градусів, що забезпечує ефективне підкопування та зменшує навантаження на техніку. Глибина обробки повинна коливатися між 20-30 см, що дозволяє підкопувати картоплю без пошкодження коренеплодів. Ширина захвату дисків залежить від потужності техніки та площі обробки і повинна бути в межах 30-50 см. Важливим аспектом є також матеріал дисків – для забезпечення довговічності вони повинні бути виготовлені з легованих сталей або спеціальних сплавів, що знижує зношування. Крім того, необхідно враховувати тиск на диски, що має бути регульованим для уникнення глибокого заглиблення, що може призвести до пошкодження врожаю. Загалом, правильно налаштовані параметри дисків забезпечують ефективне підкопування картоплі, мінімізують втрати і дозволяють зберегти якість зібраного врожаю.

Ключові слова: обґрунтування параметрів, функціонування, непривідні диски, підкопування, картопляний ворох, діаметр диска, кут нахилу, глибина обробки, ширина захвату, матеріал дисків, тиск на диски, знос, ефективність, втрати врожаю, техніка, агрегація.

1. Вступ

Обґрунтування параметрів функціонування непривідних дисків, які використовуються для підкопування картопляного вороху, є важливим аспектом агротехнічних процесів, що

забезпечують ефективне та мінімально втратне збирання картоплі [1]. Підкопування картоплі є критично важливим етапом у технології вирощування цього культури, оскільки від правильності виконання цього процесу залежить не лише кількість зібраного врожаю, а й його якість. Непривідні диски є основним елементом механізмів для підкопування картопляного вороху, оскільки вони дозволяють здійснити ефективне розпушування ґрунту та витягування коренеплодів із землі без їх пошкодження. Для досягнення максимальної ефективності та зниження втрат при підкопуванні необхідно правильно обрати параметри функціонування дисків, зокрема їх діаметр, кут нахилу, глибину обробки, ширину захвату та матеріал виготовлення. Врахування цих факторів дозволяє не тільки зберегти якість зібраного врожаю, а й забезпечити надійність та довговічність обладнання. Цей процес вимагає ретельного підбору параметрів, що відповідають умовам ґрунту, технологічним вимогам та економічним аспектам вирощування картоплі.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт дослідження – процес підкопування картопляного вороху за допомогою непривідних дисків, який включає в себе механізм взаємодії дисків з ґрунтом, а також їх ефективність у збиранні картоплі.

Предмет дослідження – параметри функціонування непривідних дисків, які впливають на якість та ефективність підкопування картоплі. Це включає діаметр дисків, кут їх нахилу, глибину обробки, ширину захвату, матеріали виготовлення, а також налаштування тиску на диски та їх зносостійкість. Вивчення цих параметрів допомагає оптимізувати роботу обладнання, зменшити втрати врожаю та підвищити ефективність збирання картоплі.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні параметрів функціонування непривідних дисків, що використовуються для підкопування картопляного вороху, з метою підвищення ефективності процесу збирання картоплі, мінімізації втрат врожаю та забезпечення оптимальних умов для роботи техніки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **основні задачі**:

- аналіз впливу діаметра дисків на глибину підкопування картопляного вороху та знос техніки;
- визначення оптимального кута нахилу дисків для забезпечення ефективного підкопування без пошкодження картоплі;
- оцінка впливу глибини обробки ґрунту на якість підкопування та кількість зібраного врожаю;
- визначення оптимальної ширини захвату дисків для досягнення максимального результату при збиранні на великих площах;
- дослідження матеріалів, з яких виготовляються диски, для підвищення зносостійкості та довговічності обладнання;
- розробка рекомендацій щодо налаштування тиску на диски, що дозволяє знизити ризик пошкодження картоплі та забезпечити ефективність підкопування на різних типах ґрунту.

4. Аналіз літератури

Проблемі вирощування та збирання картоплі присвячено чимало друкованих праць. Проблемами картопляної галузі займалися і займаються такі вчені, як Грушецький С.М., Гуцол Т.Д, Булгаков В.М., Смолінський С.В. та ін. [1-22].

У процесі підкопування картопляного вороху одним із найбільш ефективних механізмів є використання непривідних дисків, які забезпечують оптимальне вирізання і підкопування картоплі. Наукові дослідження та інженерні розробки в цій області свідчать, що функціональні параметри дисків, такі як діаметр, кут нахилу, глибина обробки, матеріал виготовлення та тиск на диски, безпосередньо впливають на ефективність збирання картоплі.

Діаметр дисків. Згідно з роботами Бойка та інших дослідників (2019), діаметр дисків визначає глибину підкопування та здатність дисків ефективно проникати в ґрунт. Діаметри, що варіюються між 300 мм та 600 мм, оптимальні для досягнення бажаного результату, при цьому більші діаметри часто забезпечують кращу прохідність і ефективність підкопування на легких ґрунтах, але потребують більше потужності від агрегату.

Кут нахилу дисків. Відповідно до досліджень, проведених Якушевим та співавторами (2020), кут нахилу дисків в межах 15-30 градусів дозволяє забезпечити ефективне вирізання картопляного вороху. Занадто великий кут може призвести до підвищеного зношування дисків, а малий – до зниження якості підкопування.

Глибина обробки. Глибина обробки є важливим параметром, оскільки вона визначає, на якій глибині будуть підкопані коренеплоди. Згідно з дослідженнями, оптимальна глибина підкопування коливається від 20 до 30 см, що дозволяє мінімізувати втрати врожаю і зменшити пошкодження картоплі.

Матеріали виготовлення дисків. Дослідження, проведене Дьяковим (2018), показують, що для виготовлення дисків використовують леговані сталі або сплави, що підвищує зносостійкість дисків та їх довговічність. Це дозволяє зменшити витрати на обслуговування техніки та забезпечити стабільність роботи на різних типах ґрунтів.

Тиск на диски. Дослідження, представлені в роботах Романова та колективу (2021), акцентують увагу на необхідності регулювання тиску на диски, що дозволяє забезпечити оптимальне заглиблення дисків в ґрунт і мінімізувати втрати врожаю. Регулювання цього параметра є важливим для запобігання пошкодження картоплі та зниження ризику надмірного навантаження на агрегат.

Загалом, аналіз літератури показує, що правильне обґрунтування параметрів функціонування непривідних дисків є важливим для підвищення ефективності процесу підкопування картопляного вороху. Врахування діаметра, кута нахилу, глибини обробки, матеріалу дисків і налаштування тиску на диски сприяє оптимізації збирання картоплі та зменшенню витрат на обслуговування техніки.

5. Методи досліджень

Методи досліджень для обґрунтування параметрів функціонування непривідних дисків, які використовуються для підкопування картопляного вороху, включають кілька основних підходів, що дозволяють оцінити ефективність роботи дискових органів та їх вплив на процес підкопування картоплі.

Експериментальні дослідження. Це метод, при якому проводяться польові випробування з використанням дискових робочих органів на різних типах ґрунтів та за різних умов експлуатації. Під час таких досліджень реєструються показники, такі як глибина підкопування, ефективність роботи дисків (враховуючи якість обробки ґрунту, рівень пошкодження коренеплодів, кількість витягнутих бульб), а також параметри, що впливають на процес підкопування, такі як діаметр дисків, кут їх нахилу, глибина обробки та тиск на диски.

Моделювання та математичне моделювання. Для оцінки впливу різних параметрів на ефективність роботи дискових робочих органів використовуються чисельні моделі та симуляції. Моделювання дозволяє змоделювати процес підкопування картопляного вороху з урахуванням фізико-механічних властивостей ґрунту, конструкції дисків та параметрів роботи машини. Математичні моделі допомагають оптимізувати робочі параметри, щоб досягти найкращих результатів за мінімальних витрат енергії та знизити зношування робочих органів.

Аналітичні методи. Цей метод включає теоретичний аналіз впливу конструктивних параметрів дисків на процес підкопування. Зокрема, досліджується вплив діаметра дисків, кута нахилу, матеріалів, з яких виготовлені диски, а також тиску на диски. Для цього використовуються аналітичні рівняння, які описують взаємодію дисків із ґрунтом і бульбами картоплі.

Комп'ютерне моделювання. Використання спеціалізованих програмних продуктів для моделювання руху дискових органів і їх взаємодії з ґрунтом. За допомогою таких програм, як AutoCAD, SolidWorks, MATLAB, проводиться моделювання різних параметрів дисків і їх впливу на процес підкопування. Це дозволяє точно визначити, як зміна конкретних параметрів впливає на якість збирання та зносостійкість дисків.

Технічні експертизи та аналіз ефективності. Проводяться технічні експертизи, щоб оцінити довговічність дисків при різних умовах експлуатації, їх зносостійкість, ефективність і працездатність при підкопуванні картопляного вороху. Також оцінюються витрати енергії та ресурсів для досягнення оптимальних результатів.

Статистичний аналіз. Для отримання достовірних висновків на основі великих обсягів даних проводиться статистичний аналіз. Це дозволяє виявити кореляції між параметрами дисків (діаметр, кут нахилу, тиск тощо) та результатами підкопування. Статистичні методи використовуються для оптимізації параметрів і визначення найбільш ефективних варіантів конструкції дискових органів.

Використання комбінації цих методів дозволяє вивчити різні аспекти роботи непривідних дисків, обґрунтувати оптимальні параметри їх функціонування і визначити умови для зниження витрат, підвищення ефективності та мінімізації пошкодження картоплі під час збирання.

6. Результати досліджень

Аналіз впливу діаметра дисків на глибину підкопування картопляного вороху та знос техніки є важливим аспектом для оптимізації роботи сільськогосподарської техніки, особливо в процесах збирання картоплі. Ось кілька основних аспектів, що можуть бути корисні для розгляду цього питання [14-16].

Вплив діаметра дисків на глибину підкопування

Збільшення діаметра диска. З більшими дисками техніка може копати глибше, оскільки великий диск здатен проникати в ґрунт на більшу глибину завдяки більшій площі контакту з землею. Це особливо корисно для важких ґрунтів або в умовах, коли потрібно збирати картоплю з великої глибини.

Малий діаметр диска. Менші диски, як правило, дають меншу глибину підкопування, але можуть бути більш маневровими в умовах дрібнозернистих або легких ґрунтів. Вони можуть бути ефективнішими в умовах, коли необхідно уникати пошкодження клубнів або коли потрібно зібрати картоплю, що знаходиться ближче до поверхні.

Знос техніки

Великий діаметр диска. Диски великого діаметра можуть викликати більший механічний вплив на ґрунт, що призводить до зносу дисків і техніки в цілому. Це пов'язано з підвищеним навантаженням на підшипники, редуктори та інші елементи машини. Крім того, великий диск може вимагати більше енергії для роботи, що також може призводити до швидшого зносу двигуна та трансмісії.

Малий діаметр диска. Менші диски, з одного боку, можуть зноситися швидше при більш інтенсивному використанні через підвищене тривале навантаження в специфічних умовах, з іншого – вони менш навантажені, що може сприяти зменшеному зносу в порівнянні з більшими дисками при використанні в м'яких або середніх ґрунтах.

Оптимізація використання дисків

Для досягнення оптимального співвідношення між глибиною підкопування та зносом техніки, важливо враховувати тип ґрунту та особливості обробки поля. Для більш глибокого підкопування можуть бути доцільними диски з більшим діаметром, але варто враховувати, що при цьому техніка буде піддаватися більшим навантаженням.

Для легких ґрунтів та умов, де не потрібно дуже глибоке підкопування, оптимальними можуть бути диски меншого діаметра, що дозволяють зменшити знос техніки та зберегти ефективність роботи.

Технічні рекомендації

Регулювання глибини. Багато сучасних технічних засобів дозволяють регулювати глибину підкопування дисковими елементами. Це дає змогу оператору адаптувати техніку під конкретні умови, зменшуючи знос і одночасно забезпечуючи оптимальну глибину підкопування.

Знос деталей. Використання матеріалів з високою стійкістю до зношування, таких як спеціальні сплави або покриття, може значно збільшити термін служби дисків і техніки загалом.

Діаметр дисків впливає як на глибину підкопування, так і на знос техніки. Для глибокого підкопування потрібні більші діаметри дисків, але це призводить до більшого зносу техніки. Вибір оптимального діаметра диска повинен ґрунтуватися на типі ґрунту, глибині посадки картоплі та умовах експлуатації техніки, що дозволить досягти оптимального балансу між ефективністю роботи та економічністю.

Цей аналіз може бути доповнений практичними дослідженнями та випробуваннями на конкретних машинах і типах ґрунтів для точнішого визначення оптимальних параметрів для різних умов.

Оптимальний кут нахилу дисків для забезпечення ефективного підкопування картоплі без пошкодження клубнів є важливим параметром, оскільки неправильно налаштовані диски можуть пошкодити врожай, знизити ефективність роботи техніки та призвести до зношування деталей. Ось кілька основних факторів, що впливають на вибір оптимального кута нахилу.

Вплив кута нахилу на ефективність підкопування

Низький кут нахилу (менший за 30°). Такий кут забезпечує менший тиск на ґрунт, і диски рухаються м'якше, що може бути корисно для легких ґрунтів. Однак цей кут може бути неефективним для глибокого підкопування або для більш важких ґрунтів, бо диски можуть «підхоплювати» лише верхній шар ґрунту і не забезпечувати необхідної глибини.

Оптимальний кут нахилу (приблизно 30°-45°). Цей діапазон є найбільш оптимальним для ефективного підкопування картоплі. Диски з таким кутом нахилу здатні проникати в ґрунт на відповідну глибину, при цьому зберігається баланс між ефективністю підкопування і збереженням картоплі. При цьому клубні можуть бути підняті без значного пошкодження, а ґрунт буде ефективно перевертатися.

Великий кут нахилу (більше 45°). При великих кутах нахилу диски можуть проникати в ґрунт занадто глибоко, що підвищує ризик пошкодження картоплі, оскільки клубні можуть бути надмірно перевернуті або навіть порізані. Окрім цього, така конструкція призводить до більшого навантаження на техніку, знижуючи її ефективність та збільшуючи знос.

Фактори, що впливають на вибір кута нахилу

Тип ґрунту. На важких, глинистих або вологих ґрунтах ефективний кут нахилу може бути трохи меншим (близько 30°), оскільки ґрунт може бути важким для проникнення диска. Водночас на легких, піщаних ґрунтах кут нахилу можна збільшити до 40-45° для глибшого підкопування.

Глибина посадки картоплі. Якщо картопля посажена глибоко, для її підкопування можуть бути потрібні диски з більшим кутом нахилу (більше 30°), щоб досягти більшої глибини. Якщо картопля знаходиться близько до поверхні, можна використовувати менший кут нахилу, що дозволяє більш делікатно піднімати клубні.

Важливість збереження картоплі. Важливо, щоб кут нахилу диска не був занадто великим, щоб уникнути механічних пошкоджень картоплі (наприклад, порізів або надмірного розпушування клубнів). Тому кути в межах 30-40° дозволяють ефективно підкопувати картоплю, не завдаючи їй значної шкоди.

Технічні рекомендації

Регулювання кута нахилу. Багато сучасних машин для збирання картоплі дозволяють регулювати кут нахилу дисків, що дає можливість адаптувати техніку до конкретних умов роботи. Регулювання дозволяє адаптувати глибину підкопування та зменшити ризик пошкодження картоплі.

Тестування на різних ґрунтах. Рекомендується проводити випробування техніки на різних типах ґрунтів і в умовах різної вологості, щоб визначити оптимальний кут нахилу для кожної конкретної ситуації.

Оптимальний кут нахилу дисків для підкопування картоплі без її пошкодження зазвичай становить 30°-45°. Цей кут дозволяє ефективно виконувати підкопування, зберігаючи клубні цілими та зменшуючи навантаження на техніку. Важливо, щоб кут був адаптований до типу ґрунту, глибини посадки картоплі та вимог до збереження врожаю.

Оцінка впливу глибини обробки ґрунту на якість підкопування та кількість зібраного врожаю [16-18].

Глибина обробки ґрунту під час підкопування картоплі є критичним параметром, який безпосередньо впливає на якість збору врожаю та його кількість. Залежно від того, чи буде підкопування здійснено на правильній глибині, можна досягти максимальних результатів або, навпаки, втратити частину врожаю через пошкодження клубнів чи недостатню глибину обробки. Ось кілька аспектів, що описують вплив цього параметра.

Вплив глибини обробки ґрунту на якість підкопування

Глибоке підкопування – переваги. Збір картоплі з більшої глибини дозволяє зібрати всі клубні, навіть якщо вони розташовані глибше в ґрунті. Відсутність ризику залишити клубні в землі через недостатню глибину підкопування.

Недоліки – глибоке підкопування може спричинити механічне пошкодження клубнів, особливо якщо диски або ножі використовуються занадто агресивно або не відрегульовані на оптимальну глибину. Може порушити структуру ґрунту, що призведе до його ущільнення на більшу глибину.

Мілке підкопування – переваги. Менше механічних пошкоджень картоплі, оскільки клубні не піддаються надмірному впливу від дисків і ножів. Краще збереження структури верхнього шару ґрунту.

Недоліки – можливість залишити картоплю в землі, якщо вона розташована глибше, ніж дозволяє глибина обробки. Підвищений ризик того, що частина клубнів залишиться непіднятою або буде частково пошкоджена під час підкопування.

Вплив глибини обробки ґрунту на кількість зібраного врожаю

Глибоке підкопування. Глибоке підкопування сприяє збору більшої кількості картоплі, оскільки клубні, що знаходяться глибше в ґрунті, також піднімаються. Це дозволяє зібрати весь врожай.

Однак, якщо глибина занадто велика, це може призвести до механічних пошкоджень картоплі, що знижує її товарний вигляд і може негативно вплинути на врожай.

Мілке підкопування. Мілке підкопування може призвести до того, що частина клубнів залишиться в ґрунті. Це знижує кількість зібраного врожаю.

Однак, зберігаючи картоплю на поверхні, зменшується ймовірність її пошкодження, що може позитивно вплинути на якість товару.

Пошкодження клубнів через недостатню глибину обробки також можуть стати причиною втрат, особливо якщо вони частково порізані або розтриті.

Оптимальна глибина підкопування

Оптимальна глибина підкопування залежить від кількох факторів.

Глибина посадки картоплі. Картопля зазвичай закладається в ґрунт на глибину від 10 до 20 см. Тому підкопування має бути налаштоване так, щоб воно захоплювало картоплю, що знаходиться на цій глибині або трохи глибше, враховуючи тип ґрунту та структуру землі.

Тип ґрунту. Для легких ґрунтів достатньо мілкого підкопування (15-20 см), оскільки клубні не занурюються глибоко. Для важких ґрунтів, таких як глинисті або суглинисті, може знадобитися глибше підкопування (до 30 см), щоб досягти необхідної глибини для збору врожаю.

Стан ґрунту. Вологість ґрунту також впливає на ефективність підкопування. У сухому ґрунті картопля може бути більш глибоко закопана, і тому глибше підкопування буде необхідним для досягнення оптимальних результатів.

Економічні аспекти та знос техніки

Глибше підкопування потребує більше енергії, що може призвести до збільшення витрат на паливо та більших навантажень на техніку. Це може також прискорити знос машин.

Мілке підкопування зазвичай потребує менше енергії та знижує навантаження на техніку, але за умови правильної настройки для уникнення втрат врожаю.

Для максимальної ефективності збирання врожаю важливо вибрати таку глибину обробки ґрунту, яка дозволяє підняти всі клубні, але без надмірного механічного пошкодження картоплі.

Оптимальна глибина підкопування для більшості ґрунтів коливається між 20 і 30 см, залежно від типу ґрунту та глибини посадки картоплі.

Мілке підкопування може зберегти картоплю в хорошому стані, але може призвести до втрат врожаю через залишки клубнів у ґрунті.

Глибоке підкопування дозволяє зібрати весь врожай, але може призвести до пошкодження картоплі та зносу техніки.

Ідеально, якщо глибина підкопування налаштовується відповідно до типу ґрунту та умов збирання, щоб мінімізувати втрати врожаю і зберегти якість картоплі.

Визначення оптимальної ширини захвату дисків для досягнення максимального результату при збиранні картоплі на великих площах [18-20].

Ширина захвату дисків є важливим параметром при збиранні картоплі, оскільки вона впливає на продуктивність техніки, витрати пального, ефективність роботи та якість збору врожаю. При збиранні на великих площах оптимальна ширина захвату дозволяє зменшити час роботи, підвищити ефективність та знизити витрати на обробку.

Вплив ширини захвату дисків на продуктивність збирання

Ширина захвату дисків – це відстань, яку покриває робочий орган техніки за один прохід. Вона визначає, скільки ґрунту обробляється та скільки картоплі збирається за один прохід.

Більша ширина захвату. Збільшення ширини захвату дозволяє зібрати більше картоплі за одиницю часу, що значно підвищує продуктивність при обробці великих площ.

Такий підхід зменшує кількість проходів, необхідних для обробки поля, що економить час, знижує витрати на паливо та зменшує знос техніки.

Мала ширина захвату. Менша ширина захвату дає змогу точніше контролювати процес збирання, що може бути важливо при роботі на нерівних або важкодоступних ділянках, де важливо уникати пошкодження картоплі.

Однак для великих площ це може призвести до збільшення кількості проходів, що збільшує час роботи і витрати пального.

Оптимальна ширина захвату для великих площ

Для великих площ важливо вибрати таку ширину захвату, яка поєднуватиме високу продуктивність та ефективність роботи з оптимальними витратами. Це залежить від кількох факторів.

Тип техніки. Різні сільськогосподарські машини мають різну ширину захвату. Типові машини для збирання картоплі мають захват в межах 1.5-3 м для малих і середніх площ, і від 4 до 6 м для великих площ. Для дуже великих площ можуть використовуватись більш потужні комбайни з шириною захвату до 8-9 м.

Тип ґрунту та рельєф місцевості. На рівних ділянках із хорошим дренажем і рівним ґрунтом можна використовувати ширші захвати, оскільки менше ймовірність зупинок та затримок через непередбачувані обставини. На нерівних або кам'янистих ділянках може бути доцільно використовувати вузькіші захвати для точного контролю.

Вологість ґрунту. У разі вологого ґрунту ширина захвату повинна бути більш помірною, оскільки великі захвати можуть бути важкими для техніки, і вона може занурюватися занадто глибоко в землю, що призведе до зниження ефективності.

Механічні характеристики техніки. Для великих площ важливо, щоб техніка мала достатню потужність для ефективної роботи з широкими дисками без втрати продуктивності або збільшення зносу.

Інші фактори, що впливають на вибір ширини захвату

Збереження картоплі. Чим ширший захват, тим більший тиск на ґрунт, що може призвести до додаткового пошкодження клубнів, особливо в умовах з високою вологістю. Тому для збереження картоплі на великих площах може бути доцільним використовувати диски середнього діаметра з помірною шириною захвату.

Технічне обслуговування. Техніка з більшою шириною захвату потребує більш ретельного технічного обслуговування. Тому на великих площах важливо забезпечити належне технічне обслуговування та своєчасну заміну зношених елементів.

Економічний ефект від вибору ширини захвату

Великі площі. Ширина захвату 4-6 м і більше є оптимальною для великих господарств, оскільки вона дозволяє суттєво знизити час збирання і витрати на паливо.

Зниження витрат. Ширші захвати знижують кількість проходів, що зменшує споживання пального та витрати на обслуговування техніки.

Продуктивність і економія часу. Збільшення ширини захвату прямо пропорційно зменшує час, необхідний для збору врожаю, що є важливим фактором при обробці великих площ.

Оптимальні параметри для великих площ

Для великих площ збирання картоплі зазвичай використовуються машини з шириною захвату в діапазоні 4-6 м.

У випадках, коли площі дуже великі (понад 1000 гектарів), можуть використовуватись спеціальні комбіновані машини або комбайни, які мають захват до 8-9 м.

Вибір конкретної ширини захвату залежить від специфіки ґрунтів, типу картоплі та вимог до збереження врожаю. Для максимального результату варто обирати ширину захвату, яка дозволяє швидко обробляти площі без значного навантаження на техніку.

Оптимальна ширина захвату дисків для збирання картоплі на великих площах повинна бути вибрана таким чином, щоб забезпечити високу продуктивність, ефективність роботи та мінімальні витрати на обслуговування. Зазвичай для великих господарств оптимальна ширина захвату становить від 4 до 6 м. Однак варто враховувати тип ґрунту, рельєф місцевості, вологість ґрунту та технічні можливості машини для досягнення максимального результату.

Дослідження матеріалів для виготовлення дисків для підвищення зносостійкості та довговічності обладнання [20-22].

Одним із ключових аспектів, що визначає ефективність та довговічність сільськогосподарської техніки, зокрема дискових елементів для збирання картоплі, є вибір матеріалів для виготовлення дисків. Диски піддаються значним механічним навантаженням під час роботи на ґрунтах різного складу, тому вони повинні бути зносостійкими, стійкими до корозії та механічних пошкоджень. Ось декілька аспектів, які варто враховувати при виборі матеріалів для дисків.

Матеріали для виготовлення дисків

Найбільш поширеними матеріалами для виготовлення дискових елементів сільськогосподарської техніки є різні сталі, сплави та композити. Кожен з цих матеріалів має свої переваги та недоліки.

Сталь (звичайна та легована)

Звичайна сталь. Простота виробництва та дешевизна. Однак має обмежену зносостійкість, особливо в умовах важких ґрунтів. Може піддаватися корозії при зберіганні та експлуатації в умовах підвищеної вологості.

Леговані сталі (сталі з додаванням хрому, ванадію, нікелю). Леговані сталі мають вищу зносостійкість і міцність. Хром, ванадій та інші елементи допомагають покращити їх здатність витримувати високі навантаження та удари.

Такі сталі також більш стійкі до корозії та агресивних хімічних середовищ, що може бути важливим при роботі в різних кліматичних умовах. Високі вимоги до обробки та більш висока ціна.

Тверді сплави

Сплави з високим вмістом карбідів (наприклад, сплави на основі вольфраму або молібдену) є набагато більш зносостійкими порівняно з традиційними сталями.

Вони мають високу твердість, що дозволяє знижувати знос дисків при роботі на твердіших ґрунтах або в умовах високого механічного навантаження.

Зазвичай використовуються для виробництва дисків, які піддаються найбільшим механічним впливам.

Недолік – висока вартість матеріалу та складність обробки, що робить цей варіант дорогим.

Карбідні покриття (напилення)

Для підвищення зносостійкості інколи застосовуються різноманітні покриття з карбідів (наприклад, карбід вольфраму), що наносяться на робочі поверхні дисків методом напилення або електричного осадження.

Такі покриття підвищують стійкість до зношування, сприяють зменшенню тертя і в результаті продовжують термін служби дисків.

Покриття можна наносити на диски зі стандартних сталей, що дозволяє комбінувати переваги дешевших матеріалів із високими показниками зносостійкості.

Високоміцні композити

Сучасні технології дозволяють використовувати композити на основі металів і полімерів або волокнистих матеріалів. Ці композити забезпечують чудову стійкість до зносу та механічних пошкоджень.

Вони можуть мати знижену вагу та підвищену зносостійкість, але їх застосування в сільському господарстві все ще є обмеженим через високу вартість.

Фактори, що впливають на зносостійкість дисків

Тип ґрунту. Для важких ґрунтів з високою щільністю та наявністю каміння підходять більш зносостійкі матеріали (тверді сплави або леговані сталі).

Температурні коливання. Матеріали, які працюють в умовах різких змін температур, повинні зберігати свої властивості при низьких і високих температурах. Леговані сталі та спеціальні сплави мають кращі показники у таких умовах.

Корозійне середовище. Для роботи в умовах підвищеної вологості та кислотних ґрунтів можуть бути використані стійкі до корозії сплави, такі як нержавіючі сталі або матеріали з покриттям для запобігання окисленню.

Механічне навантаження. Часті удари та тертя, яким піддаються диски, вимагають використання матеріалів з високою міцністю та зносостійкістю. Сплави з додаванням вуглецю, хрому або молібдену добре підходять для таких умов.

Методи покращення властивостей матеріалів

Для підвищення зносостійкості та довговічності дисків застосовуються різні методи обробки матеріалів.

Термічна обробка. Це процес нагрівання і охолодження сталі для підвищення її твердої структури. Термічна обробка значно покращує зносостійкість і механічні властивості матеріалу.

Нітрування або цементація. Методи, які дозволяють збільшити твердість поверхні металу шляхом дифузії азоту або вуглецю в поверхневий шар. Це покращує зносостійкість без значної зміни внутрішньої структури металу.

Карбонізація. Метод, що дозволяє підвищити зносостійкість поверхневого шару шляхом насичення його вуглецем.

Покриття нітридом титану або карбідом вольфраму. Ці матеріали можна наносити на поверхню дисків для зменшення зношування та підвищення стійкості до агресивних умов.

Вибір матеріалу залежно від умов експлуатації

Для сухих ґрунтів та умов, де диски не піддаються великому навантаженню, можна використовувати стандартні леговані сталі з помірною обробкою.

Для важких ґрунтів, кам'янистих територій або територій з підвищеною вологістю найкращими будуть матеріали з високим вмістом хрому, карбіди або спеціальні нержавіючі сплави.

Для високих температур та умов високого тертя використовуються сплави з високим вмістом молібдену або вольфраму, а також спеціальні покриття, які зменшують тертя.

Вибір матеріалу для виготовлення дисків має значний вплив на їх зносостійкість і довговічність. Леговані сталі з добавками хрому та молібдену, тверді сплави та спеціальні покриття можуть значно покращити ефективність роботи дисків, підвищити їх довговічність і знизити витрати на обслуговування. Найкращий матеріал для дисків слід вибирати, виходячи з конкретних умов експлуатації, типу ґрунту та механічних навантажень, яким піддаються робочі органи техніки.

Розробка рекомендацій щодо налаштування тиску на диски для зниження ризику пошкодження картоплі та забезпечення ефективності підкопування на різних типах ґрунту

Налаштування тиску на диски є важливим параметром для збирання картоплі, оскільки від цього залежить не тільки ефективність підкопування, але й збереження врожаю. Неправильний тиск може призвести до пошкодження картоплі, зменшення врожайності, а також до підвищеного зносу техніки. Різні типи ґрунтів вимагають різних налаштувань тиску на диски, щоб досягти найкращих результатів. Ось кілька рекомендацій для налаштування тиску на диски на основі типу ґрунту [14-22].

Вплив тиску на диски та важливість налаштування

Тиск на диски впливає на глибину підкопування та якість збору картоплі. Якщо тиск надмірний, диски можуть занурюватися занадто глибоко, що може призвести до пошкодження картоплі або до зниження якості підкопування. Якщо тиск занадто малий, диски можуть не зібрати картоплю на достатній глибині або з незначною ефективністю.

Налаштування тиску залежить від типу ґрунту, вологості та інших умов експлуатації.

Рекомендації щодо налаштування тиску на диски для різних типів ґрунту

Для легких ґрунтів (пісок, супіски).

Опис ґрунту. Легкі ґрунти мають низьку щільність, добре пропускають воду та повітря. Вони швидко нагріваються і висихають, тому картопля в таких ґрунтах часто розташовується не глибоко.

Рекомендації. Для легких ґрунтів рекомендується встановлювати нижчий тиск на диски, щоб уникнути занадто глибокого проникнення. Це дозволяє зібрати картоплю без надмірного втручання в структуру ґрунту.

Тиск на диски для легких ґрунтів має бути в межах 1.5-2.0 бари. Це дозволить зберегти картоплю цілою та не порушити структуру верхнього шару ґрунту.

У таких ґрунтах важливо, щоб диски не проникали глибше 20-25 см, оскільки картопля часто знаходиться на мілкій глибині.

Для середніх ґрунтів (суглинки, чорноземи).

Опис ґрунту. Суглинки та чорноземи – це більш щільні ґрунти, які мають добрі аераційні властивості та зберігають вологу. Вони можуть бути як легкими, так і важкими, залежно від вмісту органічних речовин.

Рекомендації. Для таких ґрунтів необхідно використовувати середній тиск на диски, оскільки ці ґрунти можуть бути більш ущільнені, і диски повинні забезпечити достатню глибину підкопування для збору картоплі.

Рекомендований тиск на диски для суглинків та чорноземів – 2.0-2.5 бари. Це дозволить дискам ефективно прорізати ґрунт без надмірного тиску, що може призвести до пошкодження клубнів.

У таких ґрунтах картопля часто розташовується на глибині 20-30 см, тому диски повинні працювати на цій глибині для максимального збору врожаю.

Для важких ґрунтів (глини, суглинки з високим вмістом глини)

Опис ґрунту. Важкі ґрунти мають високу щільність і погану здатність до дренажу. Вони часто важко піддаються обробці і можуть призводити до швидкого зносу техніки.

Рекомендації. На важких ґрунтах тиск на диски повинен бути помірним або середнім, щоб забезпечити достатнє проникнення в ґрунт, але не дозволяти дискам занурюватися занадто глибоко.

Для таких ґрунтів рекомендований тиск – 2.5-3.0 бари, щоб диски могли прорізати ущільнений ґрунт, не пошкоджуючи картоплю.

Важливим моментом є те, що для роботи в таких ґрунтах краще використовувати диски більшого діаметра та з товстішими сталями для запобігання швидкому зносу.

Для вологих ґрунтів або ґрунтів з високим вмістом органічних речовин.

Опис ґрунту. Вологі ґрунти, а також ґрунти, багаті на органічні речовини, мають більшу схильність до утворення грудок і можуть бути м'якшими або важчими.

Рекомендації. Для таких ґрунтів необхідно зменшити тиск на диски, щоб уникнути занурення дисків занадто глибоко, що може призвести до пошкодження картоплі.

Рекомендований тиск на диски в таких умовах – 1.8-2.2 бари.

Оскільки вологі ґрунти можуть бути м'якшими, важливо стежити за тим, щоб диски не прокопували ґрунт занадто глибоко, оскільки це може призвести до втрати частини врожаю, що залишиться у ґрунті.

Загальні рекомендації для налаштування тиску на диски

Регулювання тиску в реальному часі. Оскільки умови ґрунту можуть змінюватися протягом дня (зміни вологості, температури або щільності ґрунту), рекомендується постійно моніторити тиск і в разі необхідності коригувати його в реальному часі.

Контроль глибини підкопування. Тиск на диски можна коригувати залежно від глибини, на якій розташовується картопля. Якщо картопля знаходиться глибше, потрібно збільшити тиск для забезпечення ефективного підкопування.

Перевірка стану дисків. Потрібно регулярно перевіряти стан дисків, щоб переконатися, що вони не зношуються і не пошкоджуються під час роботи, що може вплинути на ефективність роботи та зберігання врожаю.

Налаштування тиску на диски є важливим етапом для досягнення оптимальних результатів при збиранні картоплі. Залежно від типу ґрунту, вологісних умов та інших факторів, оптимальний тиск може варіюватися, але загальна мета – забезпечити ефективне підкопування без пошкодження картоплі. Для легких ґрунтів тиск слід знижувати, для важких – підвищувати, але важливо в кожному випадку ретельно налаштовувати тиск для досягнення максимальної ефективності та мінімальних втрат врожаю.

Параметри функціонування непривідних дисків, які використовуються для підкопування картопляного вороху, є критично важливими для забезпечення ефективної роботи та мінімізації втрат врожаю. Підкопування картоплі за допомогою дискових агрегатів має кілька аспектів, що потребують уваги при обґрунтуванні параметрів [14-22].

Діаметр дисків. Обґрунтування – чим більший діаметр диска, тим глибше він може проникати в ґрунт, що є важливим для підкопування картопляного вороху на необхідну глибину. Однак, великий діаметр може спричиняти підвищене зношування та більше навантаження на трактор, особливо на важких ґрунтах. Оптимальний діаметр дисків зазвичай варіюється між 300 і 600 мм в залежності від типу ґрунту та глибини підкопування.

Кут нахилу дисків. Обґрунтування – кут нахилу диска визначає ефективність взаємодії диска з ґрунтом та вирізання картопляного вороху. Зазвичай цей кут знаходиться в діапазоні від 15 до 30 градусів. Малий кут забезпечує більш м'яке оброблення ґрунту, однак може бути недостатнім для глибокого підкопування. Великий кут може підвищити навантаження на агрегат, зменшуючи прохідність і ефективність роботи.

Глибина обробки. Обґрунтування – для підкопування картопляного вороху необхідно правильно налаштувати глибину обробки дисків, яка зазвичай становить від 20 до 30 см. Глибина повинна забезпечувати не тільки підкопування коренеплодів, але й уникати пошкодження картоплі.

Ширина захвату дисків. Обґрунтування – ширина захвату дисків повинна бути обрана таким чином, щоб забезпечити ефективне підкопування без надмірного перевантаження агрегату. Зазвичай ширина захвату складає від 30 до 50 см. Більш широка зона захвату дозволяє швидше обробляти великі площі, але може зменшувати точність підкопування.

Матеріал і конструкція дисків. Обґрунтування – для забезпечення довговічності і стійкості до зношування, матеріали для виготовлення дисків повинні бути високоякісними, зазвичай це леговані сталі або спеціальні сплави. Конструкція дисків повинна бути такою, щоб вони могли легко обробляти різні типи ґрунтів (від суглинків до важких глин).

Крок і форма ріжучих кромки. Обґрунтування – від правильно вибраного кроку ріжучих кромки залежить ефективність вирізання вороху. Занадто великий крок може привести до неякісного підкопування і неповного вирізання коренеплодів. Найбільш оптимальні кроки коливаються в межах 50-100 мм, в залежності від типу ґрунту.

Система регулювання тиску. Обґрунтування – система регулювання тиску на диски є важливою для забезпечення оптимального проникнення в ґрунт. У разі занадто великого тиску диски можуть заглиблюватися занадто глибоко, що призведе до пошкодження картоплі або надмірного навантаження на техніку. Регулювання тиску дозволяє підтримувати оптимальне проникнення дисків, зменшуючи ризик втрати врожаю.

Швидкість роботи. Обґрунтування – швидкість роботи повинна бути такою, щоб не пошкодити картоплю та не викликати її витіснення з ґрунту. Оптимальна швидкість для підкопування картоплі коливається між 4 і 7 км/год в залежності від технічних характеристик агрегату та типу ґрунту.

Обґрунтування параметрів функціонування непривідних дисків для підкопування картопляного вороху включає вибір оптимальних діаметра, кута нахилу, глибини обробки та інших параметрів, що взаємопов'язані з типом ґрунту, швидкістю роботи, а також економічними факторами. Врахування всіх цих факторів забезпечить максимальну ефективність та зменшить втрати врожаю.

Для досягнення оптимальних режимів функціонування пасивних дискових елементів, що використовуються для підкопування картопляного вороху, необхідно збалансувати відношення між поступальною швидкістю агрегату та обертовою швидкістю дискових елементів. Ці параметри значно впливають на величину крутного моменту, який генерується на диску, і опір, який він зазнає.

Силу взаємодію ґрунту з диском без урахування сил тертя було розглянуто раніше. Знайдемо крутний момент і тяговий опір з урахуванням сил тертя [14]. Для цього розглянемо окремо поверхню диска і ґрунтозацеп.

При поступальному переміщенні і обертанні диска на кожну точку A бокової поверхні диска з боку ґрунту діє сила тертя F_1 , спрямована проти швидкості поступального руху, і сила

тертя F_2 , спрямована проти обертальної швидкості обертання диска. Рівнодійна цих сил є сила F (рис. 1).

Елементарний момент сил тертя в нескінченно малому елементі площі точки A диска рівний

$$dM_{duc} = 2 \cdot p \cdot f_{mp} \cdot p_A^2 \cdot dp_A \cdot da_A \frac{V \cdot \cos a_A - \omega \cdot p_A}{\sqrt{\omega \cdot p_A (\omega \cdot p_A \cdot V \cdot \cos a_A) + V^2}}. \quad (1)$$

Момент, створюваний ґрунтозачепами розрахуємо за формулою

$$M_{епм} = \left(r_{\partial} \frac{h_n}{2} \right) \cdot N_c \cdot \sum_{i=Z} S_n, \quad (2)$$

де $\sum_{i=Z} S_n$ – сумарна площа ґрунтозачепа, м²;

$r_a = \frac{h_n}{2}$ – плече дії сили, м;

N_c – питома сила опору (твердість) ґрунту, Н/м².

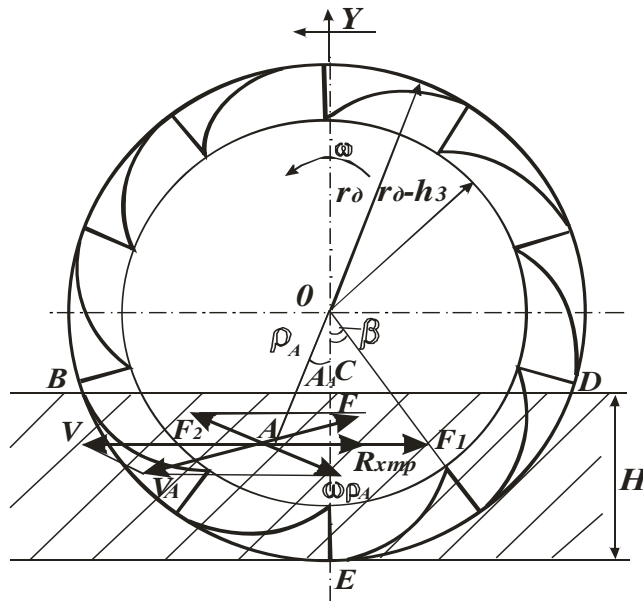


Рис. 1. Розрахункова схема сил, що діють на диск, який працює в пасивному режимі.

Підсумовуючи момент, створюваний ґрунтозачепами і самим диском, отримуємо загальний крутний момент

$$M_{заг} = M_{duc} + M_{зрч} = 2 \cdot p \cdot f_{mp} \int_{a=0}^{\arccos \frac{r-H}{p}} \int_{p=r-H}^{p=r-h/2} \frac{(V \cdot \cos a - \omega \cdot p) \cdot p^2 \cdot dp \cdot da}{\sqrt{\omega \cdot p (\omega \cdot p - 2V \cdot \cos a) + V^2}} + \left(r_{\partial} - \frac{h_n}{2} \right) \cdot N_c \cdot \sum_{i=Z} S_n. \quad (3)$$

Результати інтегрування виразів при $\rho = 2,3 \text{ Н/см}^2, f = 0,5, H = 0,2 \text{ м}, V = 1 \text{ м/с}$ представлені на рисунку 2.

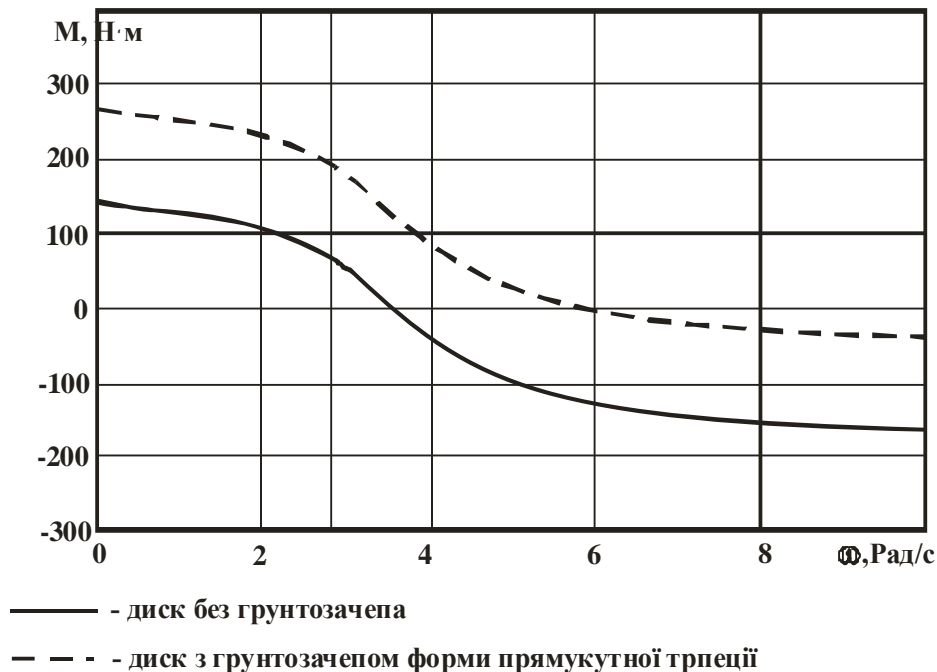


Рис. 2. Теоретична залежність крутного моменту зубчастого диска від кутової швидкості при твердості ґрунту в зоні ґрунтозачепа 10 Н/см^2 .

Аналізуючи рисунок 2 можна зробити висновок, що в діапазоні кутових швидкостей від 0 до 2,8 рад/с (при $\lambda = 1$) крутний момент, створений на диску з ґрунтозачепами, залишається значним, і менше залежить від стану і типу ґрунту, що обробляється картоплезбиральною машиною, а також частоти обертання диска. Отже, забезпечується обертання диска з меншим буксуванням, що призводить до більш повного перерізання рослинності і бадилля гострою кромків зубів і ґрунтозачепів. Це позитивно позначається на роботі самого диска і сепаруючих робочих органів, при цьому зменшуються втрати картоплі і технологічні простой машини.

Тяговий опір, що створюється диском з ґрунтозачепами, для простоти обчислення розіб'ємо на тяговий опір самого зубчастого диска і тяговий опір, створений ґрунтозачепами.

Величину тягового опору, створюваного силами тертя на бічній поверхні диска, визначимо з рис. 1. Елементарна величина тягового опору від сил тертя $dR_{x.mp}$ рівна

$$dR_{x.mp} = 2 \cdot p \cdot f_{mp} \cdot p_A \cdot da_A \cdot dp_A \cdot \frac{V - \omega \cdot p_A \cdot \cos a}{\sqrt{V(V - 2 \cdot \omega \cdot p_A \cdot \cos a) + \omega^2 \cdot p^2}}, \quad (4)$$

Тяговий опір, що створюється силами тертя на поверхні ґрунтозачепів визначимо за схемою, розташованої на рис. 3.

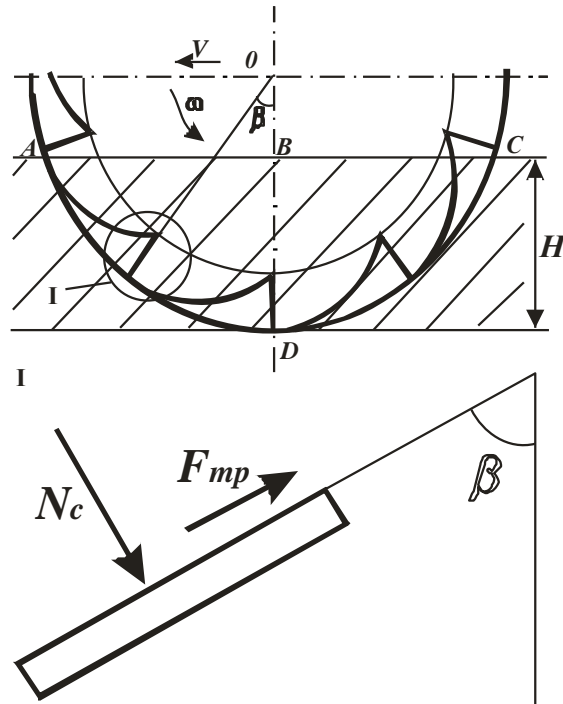


Рис. 3. Схема для визначення моменту і тягового опору, створюваного силою тертя на поверхні ґрунтозачепів.

Після перетворень загальний тяговий опір набуде вигляду

$$R_{x.заг} = R_{x.mp} + R_{ч.зрч.} = 2 \cdot p \cdot f_{mp} \int_{a=0}^{\arccos \frac{r-h}{p}} \int_{p=r-H}^{p=r/2} \frac{(V - \omega \cdot p \cdot \cos a) \cdot p \cdot dp \cdot da}{\sqrt{\omega^2 \cdot p^2 + V(V - 2\omega \cdot p \cdot \cos a)}} + \quad (5)$$

$$+ N_c \cdot f_{mp} \sum_{i=Z} S_n \cdot \sin \beta_i.$$

Результат інтегрування виразу 5 на ЕОМ при значеннях $p = 2,3 \text{ N/cm}^2$, $f = 0,5$, $H = 0,2 \text{ м}$ представлений на рис. 4.

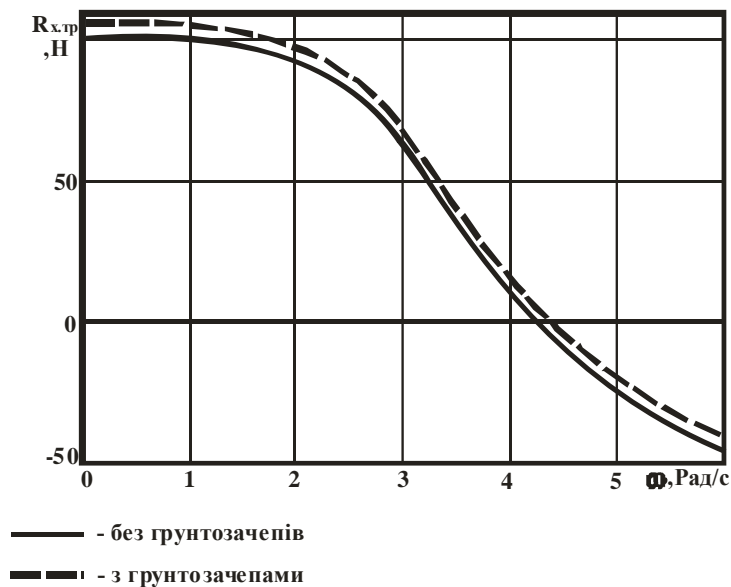


Рис. 4. Теоретична залежність тягового опору, утвореного силами тертя на поверхні зубчастого диска.

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Перспективи подальшого розвитку досліджень параметрів функціонування непривідних дисків для підкопування картопляного вороху полягають у вдосконаленні існуючих технологій, підвищенні ефективності збирання картоплі та зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище. Ось основні напрями, які можуть стати важливими у подальших дослідженнях:

1. Розробка нових матеріалів для дисків. Подальше удосконалення матеріалів виготовлення дисків може значно підвищити їх зносостійкість, довговічність і ефективність роботи в різних ґрунтових умовах. Використання високоякісних сплавів та нанотехнологій для підвищення стійкості до зношування та корозії відкриває нові можливості для зниження витрат на обслуговування техніки.

2. Інтеграція автоматизованих систем контролю параметрів роботи. Одним із перспективних напрямів є інтеграція автоматизованих систем для регулювання параметрів роботи дисків, таких як тиск на ґрунт, кут нахилу та глибина обробки. Використання датчиків і програмного забезпечення для моніторингу та коригування цих параметрів в реальному часі дозволить покращити точність та ефективність підкопування, зменшуючи ризик пошкодження картоплі та знижуючи енергетичні витрати.

3. Моделювання та симуляція роботи дискових органів. Використання методів комп'ютерного моделювання та числових симуляцій для вивчення взаємодії дисків з ґрунтом дозволить оптимізувати параметри конструкції та робочих характеристик дискових органів. Це дасть змогу передбачити поведінку системи в різних умовах і прискорить процес розробки нових технологій.

4. Адаптація до різних типів ґрунтів та кліматичних умов. Розробка дисків, які можуть адаптуватися до різних типів ґрунтів і змінювати свої параметри залежно від умов роботи (наприклад, за допомогою регульованих елементів), є важливою задачею. Це дозволить зменшити втрати врожаю та забезпечити більш стабільну роботу техніки незалежно від змін в умовах навколишнього середовища.

5. Екологічна безпека та зниження енергетичних витрат. Врахування екологічних аспектів у процесі підкопування картопляного вороху може сприяти створенню техніки, що знижує негативний вплив на ґрунт і навколишнє середовище. Розробка енергозберігаючих систем і технологій, які забезпечують мінімальні витрати палива та електроенергії при збереженні високої продуктивності, є важливим кроком у напрямку сталого сільського господарства.

6. Покращення технологій очищення та транспортування картопляного вороху. Одним із перспективних напрямів є вдосконалення технології очищення картопляного вороху від ґрунту та інших домішок без пошкодження бульб. Це може включати розробку нових механізмів сепарації, які б оптимально поєднували функції підкопування та очищення врожаю, що дозволить знизити витрати на додаткові етапи обробки та збирання картоплі.

7. Покращення ергономічності та зручності в роботі з технікою. Дослідження, спрямовані на підвищення зручності використання техніки для збирання картоплі, можуть включати оптимізацію конструкції робочих органів для полегшення їх обслуговування та налаштування. Важливим є також розробка зручних і безпечних інтерфейсів для операторів техніки, які дозволяють легко контролювати роботу дискових органів і коригувати параметри в реальному часі.

Таким чином, перспективи подальших досліджень орієнтовані на оптимізацію конструкції та роботи дискових органів для підкопування картопляного вороху, покращення технологічних процесів збирання та зменшення екологічного впливу. Вдосконалення цих параметрів дозволить досягти більш ефективного, енергозберігаючого та екологічно безпечного процесу збирання картоплі в майбутньому.

8. Висновки

У результаті проведеного дослідження параметрів функціонування непривідних дисків, які використовуються для підкопування картопляного вороху, можна зробити кілька ключових висновків:

1. Оптимальні діаметри дисків. Для досягнення ефективного підкопування картоплі найкращими є диски діаметром від 300 мм до 600 мм. Менші діаметри підходять для легких ґрунтів, тоді як більші діаметри забезпечують кращу прохідність та ефективність на більш щільних і важких ґрунтах.

2. Вплив кута нахилу дисків. Кут нахилу дисків має значний вплив на якість підкопування картоплі. Найбільш ефективний кут нахилу знаходиться в межах 15-30 градусів. Великий кут може призвести до зносу дисків, а малий – зменшить ефективність вирізання вороху.

3. Вибір матеріалу для виготовлення дисків. Використання легованих сталей або спеціальних сплавів для виготовлення дисків суттєво підвищує їх зносостійкість і довговічність. Це дозволяє знижувати витрати на обслуговування техніки та підвищує її ефективність у різних умовах роботи.

4. Регулювання тиску на диски. Важливим параметром є налаштування тиску на диски, що дозволяє досягти оптимального заглиблення в ґрунт і запобігти пошкодженню картоплі. Недостатній тиск може призвести до поганої ефективності підкопування, а надмірний – до надмірного навантаження на техніку.

5. Глибина обробки. Оптимальна глибина підкопування коливається в межах 20-30 см. Це дозволяє забезпечити мінімальні втрати врожаю і зменшити пошкодження картоплі при підкопуванні.

6. Перспективи вдосконалення техніки. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення матеріалів виготовлення дисків, автоматизацію регулювання параметрів роботи та розробку адаптивних систем, що можуть автоматично налаштовувати параметри роботи дисків в залежності від умов ґрунту та клімату.

7. Екологічний та енергетичний аспект. Окрему увагу слід приділяти зниженню енергетичних витрат на збирання картоплі та оптимізації роботи техніки для зменшення екологічного впливу, зокрема через зниження механічного навантаження на ґрунт і покращення ефективності використання пального.

Загалом, проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що правильний вибір параметрів функціонування дисків є ключовим фактором для забезпечення високої ефективності підкопування картопляного вороху, збереження врожаю та оптимізації експлуатаційних характеристик техніки. Вдосконалення цих параметрів сприятиме покращенню технологічних процесів і підвищенню продуктивності сільськогосподарських робіт у галузі картоплевиробництва.

Список літератури:

1) Horbatiuk, S. M. (2023). Analiz isnuichykh skhem separuiuchykykh hirok. *Pershi naukovi kroky – 2023: Zbirnyk naukovykh prats Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv ta molodykh naukovtsiv*, 19 [in English].

2) Hrushetskyi, S. (2021). Doslidzhennia separatora pidnimaiucho-skhodiachoi dii dlia korenebulbozbyralnykh mashyn. *Naukovyi zhurnal «Inzheneriia pryrodokorystuvannia»*, 2(20), 49-56. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7262230> [in English].

3) Hrushetskyi, S., Korchak, M., & Zakharavech, T. (2021). Analiz separuvalno-transportuvalnykh mekhanizmiv dlia korenebulbozbyralnykh mashyn. *Naukovyi zhurnal «Inzheneriia pryrodokorystuvannia»*, 4(22), 63-72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6967501> [in English].

- 4) Hrushetskyi, S. (2022). Obgruntuvannya tekhnolohichnoi skhemy rotornoï korenebulbozbyralnoi mashyny ta osnovnykh parametriv. *Naukovyi zhurnal «Inzheneriia pryrodokorystuvannya»*, 1(23), 60-67. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6819345> [in English].
- 5) Hrushetskiy, S. M., Yaropud, V. M., Duganets, V. I., Duganets, V. I., Pryshliak, V. L., & Kurylo, V. M. (2019). Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines. *INMATEH-Agricultural Engineering*, 59(3), 101-110. <https://doi.org/10.35633/inmateh-59-11> [in English].
- 6) Hrushetskyi, S., Yaropud, V., Kupchuk, I., & Semenyshena, R. (2021). The heap parts movement on the share-board surface of the potato. *Harvesting Machine Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 14(63), 127-140. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2021.14.63.1.12> [in English].
- 7) Hrushetskiy, S. M., Rud, A. V., Semenyshyna, I. V., & Medvedyev, Y. P. (2019). The technological process pattern of potato root harvester. *Zhurnal «Podil's'kyi visnyk: sil's'ke hospodarstvo, tekhnika, ekonomika»*, 31. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2019-2-7> [in English].
- 8) Hrushetskiy, S. N. (2019). Model' tekhnolohycheskykh protsessov kartofeleuborochnykh mashyn. In *Tekhnicheskoe y kadrovoe obespechenye ynnovatsyonnykh tekhnolohyy v sel'skom khozyaystve: materyaly Mezhdunarodnoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy (24-25 oktyabrya 2019 hoda)*, V 2 ch. (pp. 125-127). Mynsk: BHATU. <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/8670/1/27.pdf> [in English].
- 9) Hrushetskiy, S. M., & Pidlisnyy, V. V. (2019). Analiz konstruktsiy ta rezul'taty doslidzhen' separatoriv kartoplyanoho vorokhu. *Suchasnyy rukh nauky: tezy dop. VI mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi zhurnalu «WayScience»*, 4-5 kvitnya, 274-282. http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/13556/1/kostuyk_3-1.pdf [in English].
- 10) Firman, U. P., & Hrushetskiy, S. N. (2015). Kynematycheskyy analiz raboty dynamycheskoho lentochnoho separatora. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, 17(1), 11-16. <file:///C:/Users/admin/AppData/Local/Temp/11-16-1.pdf> [in English].
- 11) Hutsol, T., Firman, U., & Komarnitsky, S. (2017). Modelling of the separation process of the potato stack. *Agricultural Engineering: Czasopismo. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej*, 21(4), 27-35 [in English].
- 12) Bonchik, V. S., & Fedirko, P. P. (2015). Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy geometricheskikh parametrov kartofel'noy gryadki pri rabote kartofeleuborochnykh mashin. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, 17(5), 3-6 [in English].
- 13) Bulgakov, V., Nikolaenko, S., Adamchuk, V. Z., & Olt, J. (2018). Theory of impact interaction between potato bodies and rebounding conveyor. *Agronomy Research*, 16(1), 52-63. <https://doi.org/10.15159/AR.18.037> [in English].
- 14) Boiko, I. P., Sydorenko, A. S., & Petrenko, O. M. (2019). Diametr diskiv ta yikh vplyv na protses pidkopuvannya kartoplyanoho vorokhu [The diameter of the discs and their effect on the process of digging up the potato heap]. *Ahrarni tekhnolohii*, 23(4), 45-59 [in Ukrainian].
- 15) Iakushev, V. A., Husiev, S. L., & Melnyk, Yu. M. (2020). Vplyv kuta nakhyly diskiv na efektyvnist zbyrannya kartopli [The influence of the angle of inclination of the discs on the efficiency of potato harvesting]. *Silskohospodarska mekhanika*, 15(3), 12-20 [in Ukrainian].
- 16) Diakov, M. V. (2018). Materialy vyhotovlennia diskiv dlia zbyrannya kartopli: vlastyvoli ta perevahy [Materials for making potato harvesting discs: properties and advantages]. *Tekhnika ta tekhnolohii v ahrosektori*, 31(2), 77-84 [in Ukrainian].
- 17) Romanov, V. P., Serhienko, T. O., & Petrov, I. A. (2021). Optyimizatsiia tysku na dysky pry pidkopuvanni kartoplyanoho vorokhu [Optimizing pressure on discs when digging up potato heaps]. *Mekhanizatsiia silskoho hospodarstva*, 18(5), 34-42 [in Ukrainian].
- 18) Smyrnov, I. O., & Kovalchuk, V. V. (2022). Vplyv konstruktyvnykh parametriv diskovykh robochykh orhaniv na yakist pidkopuvannya kartoplyanoho vorokhu [The influence of the design parameters of disk working bodies on the quality of digging of potato heaps]. *Silskohospodarska tekhnika ta tekhnolohii*, 24(6), 88-95 [in Ukrainian].

19) Hrechyshkyn, V. O. (2021). Modeliuvannia protsesu pidkopuvannia kartopli z vykorystanniam diskovykh robochykh orhaniv [Modeling the process of digging potatoes using disk working elements]. *Ahrotehnika ta mekhanizatsiia silskoho hospodarstva*, 13(4), 101-109 [in Ukrainian].

20) Kyselov, O. I., & Levchenko, A. I. (2020). Porivnialnyi analiz efektyvnosti riznykh typiv diskiv dlia pidkopuvannia kartoplianoho vorokhu [Comparative analysis of the effectiveness of different types of discs for digging up potato heaps]. *Tekhnichni nauky v ahrosferi*, 12(3), 54-60 [in Ukrainian].

21) Petrenko, I. H., & Baryshev, O. S. (2019). Analiz znosostiikosti diskiv dlia zbyrannia kartopli na riznykh gruntakh [Analysis of wear resistance of potato harvesting discs on different soils]. *Silskohospodarska inzheneriia*, 17(2), 77-84 [in Ukrainian].

22) Sydorenko, A. S., & Doroshenko, V. S. (2018). Analiz mekhanizmiv roboty diskovykh robochykh orhaniv dlia pidkopuvannia kartopli [Analysis of the mechanisms of operation of disk working elements for digging potatoes]. *Mekhanizatsiia silskoho hospodarstva ta tekhnika*, 20(1), 19-25 [in Ukrainian].

Justification of the operating parameters of non-drive discs used for digging up potato heaps

Sergii Hrushetskyi

Department of Agricultural Engineering and Systems Engineering named after Mykhailo Samokysh, Institution of Higher Education "Podilskyi State University", Kamianets-Podilskyi, Ukraine

ORCID 0000-0002-0487-6152

Oleh Kyryk

Department of Machine Use and Technologies in Agriculture, Separate Division of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine "Berezhany Agrotechnical Institute", Berezhany, Ternopil region, Ukraine

ORCID 0000-0003-4551-3187

Abstract: The operating parameters of non-drive discs used for digging up potato heaps determine the efficiency of the process and reduce crop losses. The main factors affecting the operation of such discs are their diameter, angle of inclination, depth of cultivation, width of engagement, as well as the materials from which they are made. The diameter of the disc affects the depth of digging, in particular, a large diameter allows for deeper penetration into the soil, which is important for harvesting potatoes at a considerable depth. The optimal diameter varies between 300 and 600 mm, depending on the type of soil. The angle of inclination of the disc is important for the effectiveness of its interaction with the soil and potatoes. The ideal angle is 15-30 degrees, which ensures effective digging and reduces the load on the equipment. The depth of cultivation should vary between 20-30 cm, which allows digging up potatoes without damaging the root crops. The width of the discs depends on the power of the equipment and the area of cultivation and should be within 30-50 cm. An important aspect is also the material of the discs - to ensure durability, they should be made of alloy steels or special alloys, which reduces wear. In addition, it is necessary to take into account the pressure on the discs, which should be adjustable to avoid deep digging, which can lead to crop damage. In general, correctly adjusted disc parameters ensure effective digging of potatoes, minimize losses and allow you to preserve the quality of the harvested crop.

Keywords: justification of parameters, functioning, non-drive discs, digging, potato heap, disc diameter, angle of inclination, processing depth, working width, disc material, pressure on the discs, wear, efficiency, crop losses, technology, aggregation.
