

Секція
Механіко-технологічні процеси, робочі органи
та машини для рослинництва

УДК 631.37:631.3.00.65

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ САМОХІДНОЇ МАШИНИ
З РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ РЕАКТИВНОГО ТИПУ
В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Кувачов В. П., Дружич В. М., Шевченко С. О., Зеленов К. О.
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Одним із перспективних напрямів створення енергезберігаючих сільськогосподарських машин і агрегатів є використання робочих органів, які працюють за принципом вертикального різання ґрунту. При вертикальному різанні вага приводної с.-г. машини використовується для створення сили різання, а реакції опор на ґрунт від цього зменшуються, в граничному випадку – до нуля. Проте, вертикальний обробіток ґрунту потребує більш складних рухів, які повинні відтворюватися циклічно. При комплектуванні такої ґрунтообробної машини з одновісним енергетичним засобом виникає низка не вирішених наукових проблем, які пов'язані з функціонуванням такого типу агрегатів.

Для проведення теоретичних досліджень ґрунтообробну самохідну машину у складі одноосьового енергетичного засобу і с.-г. знаряддя з робочими органами реактивного типу, що рухається по опорній поверхні агрофону представимо у вигляді еквівалентної схеми, на якій відобразимо діючі на нього сили (рис. 1).

Робочий процес самохідної машини типу «копач» (див. рис. 1) є аналогією копання ґрунту лопатою вручну. Через це будова ґрунтообробної машини 2 (рис. 1) містить лопатки, які закріплені до його кривошипного механізму, обертальний рух якого з частотою ω , відбувається від валу відбору потужності енергетичного засобу 1 (рис. 1). В процесі роботи самохідної машини леза лопаток копача циклічно входять в ґрунт на глибину h , відрізають пласт ґрунту і відкидають назад по ходу руху машини. Колінчастий вал копача розміщений перпендикулярно до напрямку руху, декілька кривошипів розміщені с постійним кроком. Занурення лопаток відбувається під постійним кутом α , та супроводжується невеликим зміщенням лопатки по дузі для запобігання зминання ґрунту тильною частиною лопатки. Після досягнення необхідної глибини лопатка рухається

по пологій кривій, відриваючи і відкидаючи пласт ґрунту.

З рис. 1 випливає, що на самохідну машину діють, перш за все, дотичні сили тяги, які розвивають рушії енергетичного засобу P_{kt} , і спрямована в напрямку руху складова R_x реакції ґрунту R , через відхилення лінії копання від вертикалі на кут α . Також діють сили опору кочення енергетичного засобу P_{ft} і опорних катків с.-г. знаряддя P_{fm} . Сили тяжіння енергетичного засобу G_t , яка зосереджена в центрі його мас, і, відповідно, сила тяжіння с.-г. знаряддя G_m . Вказаним силам відповідають реакції опору N_{kt} в точках контакту рушіїв енергетичного засобу з ґрунтом, і, відповідно N_{km} с.-г. знаряддя. Також на самохідну машину діє вертикальна складова R_y реакції різання ґрунту, яка зменшує реакції опор на ґрунт від цього.

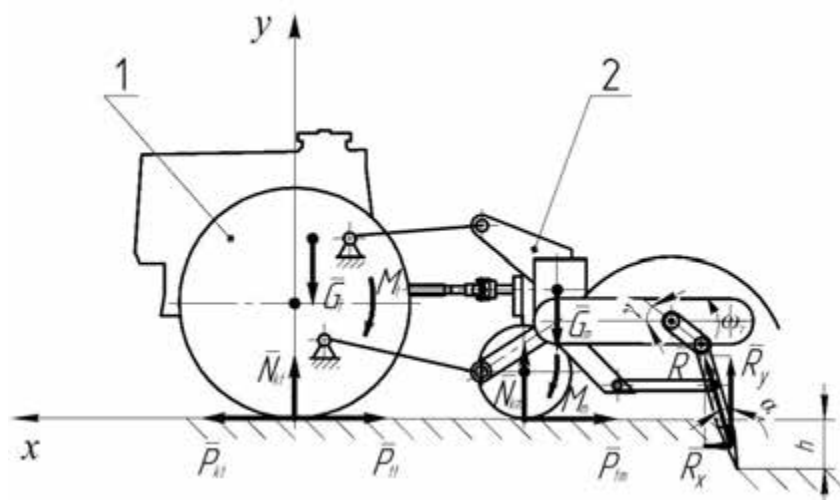


Рис. 1. Ґрунтообробна самохідна машина: 1 – одноосьовий енергетичний засів; 2 – с.-г. знаряддя з робочими органами реактивного типу

Внаслідок наявних періодичних етапів в робочому процесі копача реактивна складова R_x утворює певні штовхальні дії, а періодичні розвантаження опорних коліс с.-г. знаряддя, через дію реакції R_y , утворюється нерівномірний опір кочення самохідної машини. В ідеальному випадку бажано мати постійну реактивну дію від роботи копача при щонайменшому опорі його кочення. Зрозуміло, що низка лопаток копача, розміщена в один рядок, цього не забезпечить. Лопатки або їх рядки повинні бути розміщені на копачу з певною фазою кутового зміщення один відносно іншого.

З еквівалентної схеми випливає, що при використанні декількох робочих органів, або рядків робочих органів, зміщених один від одного за циклом роботи на кутову фазу $\Delta\gamma_i$, за принципом суперпозиції результуючий ефект кількох незалежних впливів реактивних реакції R_{xi} буде дорівнювати сумі цих реакцій, що викликаються кожним впливом окремо. Математично за наведеною схемою на рис. 3 це може бути представлено наступним виразом:

$$R_{x\Sigma} = R_{x1} \cdot \sin \alpha \cdot \sin \gamma + R_{x2} \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\gamma + \Delta\gamma_2) + \dots + R_{xi} \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\gamma + \Delta\gamma_i), \quad (1)$$

де $R_{x\Sigma}$ – сумарна дотична складова від кількох незалежних впливів реактивних реакції роботи копачів;

R_{xi} – реактивна реакція від i -го копача;

α – кут відхилення лінії копання від вертикалі;

γ – кут обертання кривошипу копача;

$\Delta\gamma_i$ – кутова фаза зміщення роботи i -го копача за циклом роботи на кутову фазу.

В результаті проведених досліджень встановлено, що циклічність роботи одного копача не забезпечить сталість реактивної дотичної сили тяги самохідному копачу. Така ж ситуація спостерігається при використанні два та три копачів, зміщених по фазі циклу роботи на $360/3 = 120^\circ$. І тільки використання чотирьох копачів, зміщених по фазі циклічності роботи на $360/4 = 90^\circ$ маємо сталість реактивної дотичної сили при роботі копачів. Водночас, за принципом суперпозиції вказана сталість реактивної сили не буде постійною. Амплітудне її значення в залежності від положення робочого органу копача змінюється в діапазоні 1...1,5. Це також гіпотетично може призводити до погіршення стійкості руху самохідного копача при його плоскопаралельному русі в горизонтальній площині.

Враховуючи циклічний періодичний характер значення вертикальної реакції N_{km} також будемо мати циклічний періодичний характер значення опору кочення P_{fm} . Тому для більш детального вивчення цього явища доцільно розглянути динаміку плоско паралельного руху самохідного копача в горизонтальній площині.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що через циклічний характер роботи копачів на самохідній машині сумарна дотична реактивна реакція розраховується за принципом суперпозиції. Аналіз якого показав, що при одночасній роботі чотирьох копачів, зміщених на кутову фазу роботи один від одного на 90 град, амплітудне підсилення дотичної реактивної реакції копача змінюється в діапазоні 1...1,5. Це може призвести до погіршення стійкості руху самохідного копача при його плоско паралельному русі в горизонтальній площині. Циклічний періодичний характер змінювання вертикальної реакції на опорному колесі копача призводить до циклічного періодичного характеру змінювання опору кочення його кочення, що також призводить до погіршення стійкості руху самохідної машини. В подальших дослідженнях доцільно розглянути динаміку плоско паралельного руху самохідного копача в горизонтальній і вертикальній площині, що дозволить обґрунтувати оптимальні його параметри та режим роботи з позиції стійкості та плавності його руху.

Список використаних джерел

1. Кобець А.С., Теслюк Г.В., Пугач А. М. та ін. Мостове землеробство.

Елементи теорії та результати досліджень: монографія. Дніпров. держ. аграрно-екон. ун-т. Дніпро: Акцент ПП, 2023. 367 с.

2. Bulgakov V., Ivanovs S., Viktor M., Kuvachov V. Simulation of elastic-dissipative connection of multi-axle block-modular agricultural tractor modules. Proceeding 20th International Scientific Conference engineering for rural development (Jelgava, 26.-28.05.2021). P.628-634.

3. Bulgakov V., Ivanovs S., Santoro F., Kuvachov V. Operational and technological properties of ploughing block-modular machine-and-tractor aggregate. Proceeding 20th International Scientific Conference engineering for rural development (Jelgava, 26.-28.05.2021). P.650-656.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н, проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.