



DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1-4

УДК 631.37:631.3.00.65

В. П. Кувачов, д.т.н.

ORCID: 0000-0002-5762-256X

В. М. Дружич, аспірант

ORCID: 0009-0007-5361-5921

С. О. Шевченко, аспірант

ORCID: 0009-0007-3371-1262

К. О. Зеленов, аспірант

ORCID: 0009-0001-1235-6341

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

e-mail: volodymyr.kuvachov@tsatu.edu.ua, тел.: +380673751964

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

Анотація. При використанні робочих органів ґрунтообробних машин, які працюють за принципом вертикального різання ґрунту, виникає реактивна складова дотичної сили тяги, яка має циклічний періодичний характер, що погіршує стійкий рух агрегату. Метою досліджень є забезпечення стійкого руху самохідної машини з робочими органами, які утворюють періодичний циклічний характер реактивної дотичної сили тяги, шляхом обґрунтування оптимальних параметрів і режимів її роботи. Наукова новизна полягає в отриманні закономірності сумарної дотичної складової руху самохідної машини від кількох незалежних впливів реактивних реакції роботи копачів, яка за принципом суперпозиції дозволяє визначити амплітудне підсилення дотичної реактивної реакції копача, та характер згаданого підсилення. Практична цінність досліджень полягає у створенні перспективної самохідної ґрунтообробної машини у складі одноосового енергетичного засобу і с.-г. знаряддя, яке працює за принципом вертикального різання ґрунту. В результаті проведених досліджень встановлено, 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. Циклічний періодичний характер змінювання вертикальної реакції на опорному колесі копача призводить до циклічного періодичного характеру змінювання опору кочення його кочення. 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.

Ключові слова: стійкість руху, самохідна машина, копач, реактивна сила, точне землеробство, принцип суперпозиції.

Постановка проблеми. В умовах сучасного розвитку промисловості та аграрного сектора питання енергозбереження набуває особливої актуальності (1, 2). Зростання вартості енергетичних ресурсів, посилення екологічних стандартів та вимог до



енергоефективності змушує підприємства та аграрні господарства шукати нові підходи до оптимізації споживання енергії (3, 4). Одним із найбільш перспективних напрямків є підвищення енергоефективності машин і агрегатів, що використовуються в технологічних процесах (4, 5).

Машини та агрегати є основними споживачами енергії в більшості виробничих процесів. Їх неефективне використання призводить до значних втрат енергії, що, в свою чергу, збільшує витрати на виробництво і негативно впливає на навколишнє середовище (6, 7). Тому розробка і впровадження енергозберігаючих технологій у цій сфері є важливим завданням, яке має вирішуватися як на рівні окремих підприємств, так і на державному рівні.

Актуальність теми також зумовлена необхідністю забезпечення сталого розвитку, що передбачає раціональне використання природних ресурсів та зниження негативного впливу на екосистеми. В контексті сучасних викликів, таких як глобальне потепління і зменшення доступних енергетичних ресурсів, питання енергозбереження набуває стратегічного значення для економічного розвитку та національної безпеки (8, 9).

Одним із перспективних напрямів створення енергезберігаючих сільськогосподарських машин і агрегатів є використання робочих органів, які працюють за принципом вертикального різання ґрунту (10, 11). При вертикальному різанні вага приводної с.-г. машини використовується для створення сили різання, а реакції опору 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. Тому актуальність питання теоретичних основ руху самохідної машини з робочими органами реактивного типу в системі точного землеробства не підлягає сумніву з кількох ключових причин. По-перше, розвиток точного землеробства, яке базується на використанні сучасних технологій для максимально ефективного використання ресурсів, вимагає застосування високотехнологічних машин, здатних забезпечити високу точність і продуктивність. Самохідні машини з робочими органами реактивного типу здатні виконувати різноманітні агротехнічні операції з мінімальними витратами енергії та високою ефективністю, що робить їх незамінними у сучасному аграрному виробництві. По-друге, використання таких машин сприяє підвищенню якості обробки ґрунту, зменшенню витрат палива та зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. Це

особливо важливо в умовах посилення вимог до екологічної безпеки сільського господарства та необхідності збереження родючості ґрунтів. По-третє, теоретичні основи руху самохідних машин з реактивними робочими органами є фундаментом для подальшої розробки і вдосконалення таких машин, а також для створення нових технологій, які можуть бути впроваджені в систему точного землеробства. Знання в цій галузі дозволяють оптимізувати конструкцію і експлуатацію машин, що, в свою чергу, підвищує ефективність всього агропромислового комплексу.

Таким чином, дослідження в цій області має велике значення для розвитку сучасного землеробства, що підкреслює актуальність даної тематики для наукових досліджень і практичної діяльності в аграрному секторі.

Аналіз останніх досліджень.

Нині відомі фрезерні та копальні машини, які застосовуються з легким трактором у агрегаті для основного обробки ґрунту (12, 13). Серед них лопаткові машини для основного обробки ґрунту у порівнянні з іншими знаряддями, мають додаткові переваги, важливі для мостового землеробства, а саме – можливість зменшення матеріалоємності остова агромота за рахунок його розвантаження від тягових зусиль. За рахунок відхилення лінії копання від вертикалі можна отримати складову реакції ґрунту, спрямовану в напрямку руху (13, 14). Саме про такі ґрунтообробні знаряддя говорив академік Л.В. Погорілий (15): «Щоб знизити навантаження на несучі конструкції, доцільно створювати робочі органи реактивного типу, які в якості опорної поверхні використовують оброблюваний ґрунт».

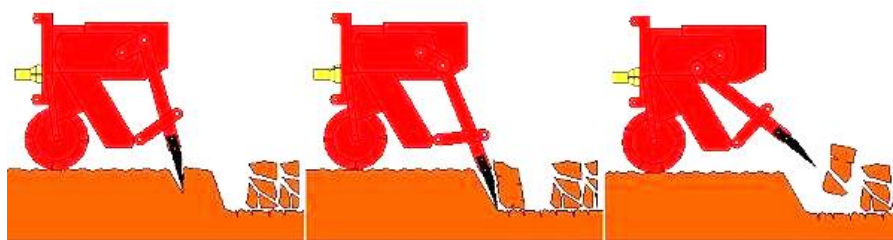


Рис. 1. Схема копача з коливальним рухом робочих органів (VANGATRICI, Італія) (16)

Для агрегатування ґрунтообробної машини з реактивними робочими органами з позиції енергозбереження науковий інтерес представляє складання агрегату на основі одноосьового енергетичного засобу колісної формули 2К2. Свого часу були відомі блоково-модульні енергозасоби типу (ВЕЗ–150) (17) (рис. 2). А також низка жорсткоскладених агрегатів на основі одноосьового трактора колісної

формули 2К2 із двигуном потужністю 22...33 кВт (17). Вони призначені для скорочення ручної праці на малих тваринницьких фермах, в агроцехах, на селекційних і агродослідних ділянках, внутрішньогосподарських перевезеннях, на малих ділянках фермерів, у лісовому господарстві та в інших умовах, де великогабаритні енергетичні засоби застосовувати складно або економічно недоцільно.

У результаті жорсткого з'єднання трактора з колісною формулою 2К2 з модулями різного призначення можна одержати наступні МТА: транспортний, транспортно-технологічний, самохідні шасі, універсальний трактор з колісною формулою 4К4, самохідний комбайн, кормороздавальний агрегат, навантажувач (рис. 2.18) та ін. (17). Залежно від числа ведучих осей (одна або дві) номінальне тягове зусилля жорсткоскладених агрегатів становить 6 або 12 кН (17).

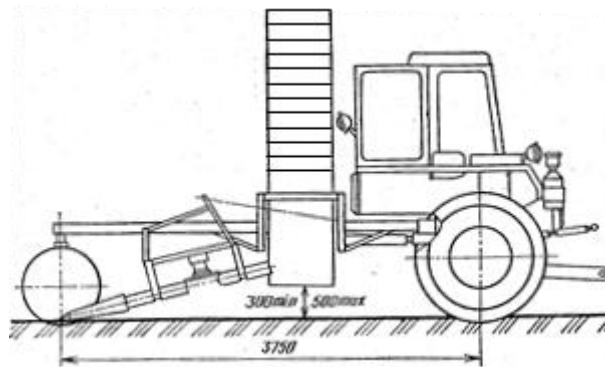


Рис. 2. Компонувальна схема сільськогосподарського агрегату на базі енергетичного засобу ВЕЗ–150 (17)

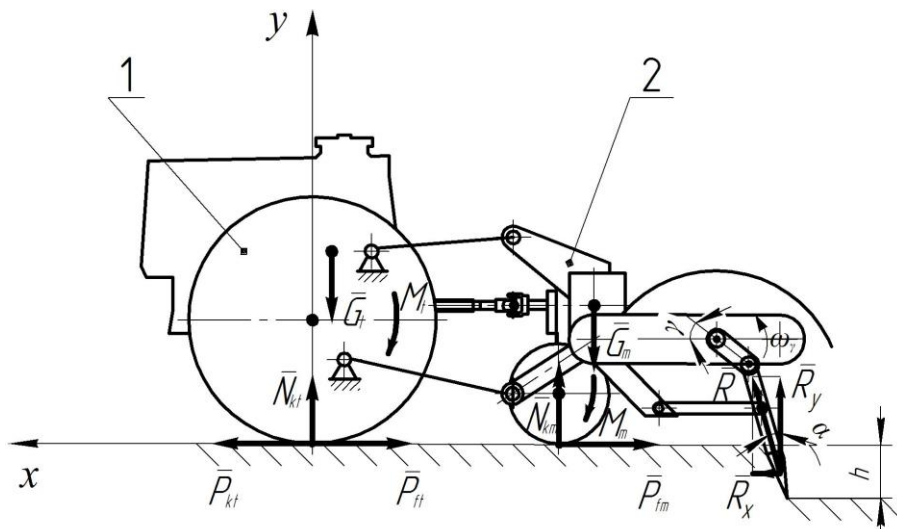
Випробування у виробничих умовах макетних і дослідних зразків деяких з перерахованих агрегатів показали, що їхнє застосування в багатьох випадках дозволяє скоротити номенклатуру машин і обладнання, знизити загальну метало- і енергоємність, підвищити продуктивність праці (18, 19).

Вченими достатньо опрацьовані механіко-технологічні основи використання блоково-модульних агрегатів (20, 21). Але використання реактивного типу робочих органів циклічної дії науковцями практично не розглядалося. Причиною цього була не востребованість такого типу с.-г. машин і агрегатів у фермерів, через широке використання мотоблоків на малих фермерських підприємствах. Але, останні тенденції роботизації с.-г. виробництва, перехід на концепцію точного землеробства, енергозберігаючі принципи створення машин висувують питання обґрунтування схеми та параметрів вказаних агрегатів на перший план.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Метою досліджень є підвищення ефективності агрегатування одновісних

енергетичних засобів з с.-г. машинами, які працюють за принципом вертикального різання ґрунту реактивними робочими органами в системі точного землеробства, шляхом обґрунтування схеми і параметрів агрегатів, побудованих на їх основі.

Основна частина. Для проведення теоретичних досліджень ґрунтообробну самохідну машину у складі одноосового 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. 3).



1 – одноосовий енергетичний засів; 2 – с.-г. знаряддя з робочими органами реактивного типу

Рис. 3. Ґрунтообробна самохідна машина

Робочий процес самохідної машини типу «копач» (див. рис. 3) є аналогією копання ґрунту лопатою вручну. Через це будова ґрунтообробної машини 2 (рис. 3) містить лопатки, які закріплені до його кривошипного механізму, обертальний рух якого з частотою ω_y відбувається від валу відбору потужності енергетичного засобу 1 (рис. 3). 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 з 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.

Для вирішення поставленого завдання розглянемо сили, які діють на самохідну машину в поздовжньо-вертикальній площині. При цьому

машину приймемо, як фізичне тверде тіло, яке має подовжню площину симетрії, що проходить через центр його мас. З агрегатованою з ним с.-г. знаряддям представимо його на розрахунковій схемі у вигляді плоскої еквівалентної моделі (рис. 3). Робочі органи с.-г. знарядь на еквівалентній схемі самохідної машини представимо проекцією однієї лопатки, в якій зосереджені рівнодіюча їх тягового опору. Агрегатується с.-г. знаряддя з одновісним енергетичним засобом за допомогою центральної і нижніх тяг його навісного пристрою. Всі опорні колеса, які може мати с.-г. знаряддя на схемі представимо одним еквівалентним опорним колесом (рис. 3).

З рис. 3 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.

Зрозуміло, що через роботу кривошипного механізму копача процес вертикального обробітку ґрунту є періодичним, з характерними робочими і холостими циклами. В робочому циклі лопатка копача занурюється в ґрунт. На цьому етапі через відхилення лінії копання від вертикалі на кут α утворюється реактивна складова R_x , що є складовою дотичної сили тяги машини, і реакція R_y , яка зменшує навантаження на його опорні колеса. На холостому етапі після виглиблення з ґрунту лопатка копача знаходиться в процесі її переміщення кривошипним механізмом машини до робочого етапу.

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;

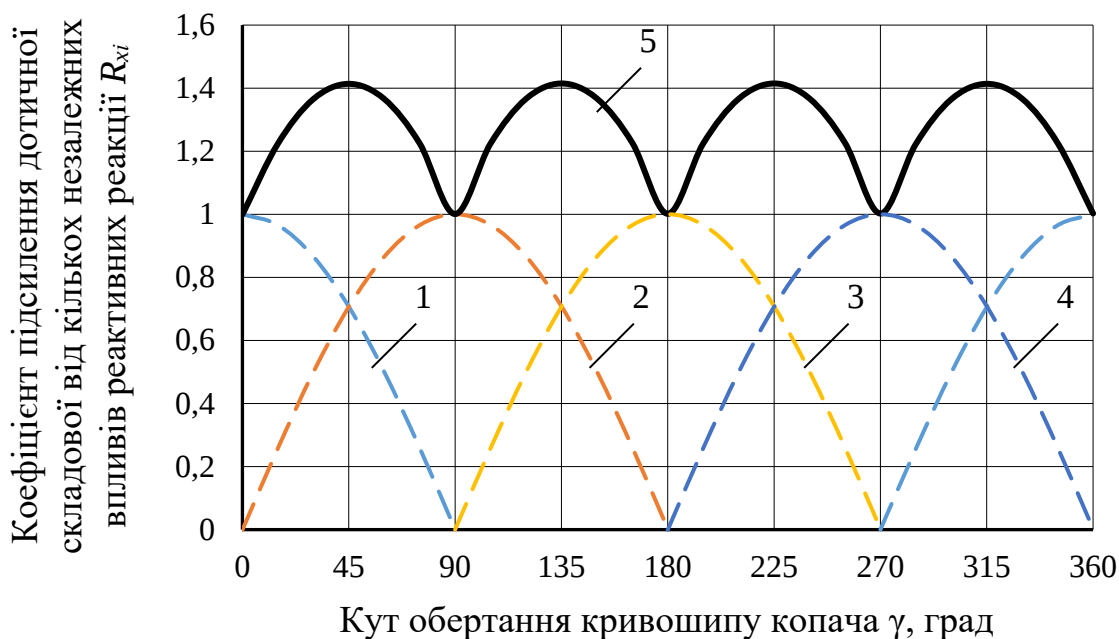
R_{xi} – реактивна реакція від i -го копача;

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.

Як було зазначено раніше, з позиції сталої реактивної дії від вертикального реакції ґрунту при роботі копача, бажано, щоб результуюча реактивна реакція була постійною, або наближалася до неї, тобто $R_{x\Sigma} \rightarrow \text{const.}$ Забезпечити вказану умову можна, якщо фазний кутовий зсув розміщення лопаток буде наближатися до нуля $\Delta\gamma_2 \rightarrow 0$.



1 – дія першого копача; 2 – дія другого копача, зміщеного на кутову фазу 90° ; 3 – дія третього копача, зміщеного на кутову фазу 180° ; 4 – дія четвертого копача, зміщеного на кутову фазу 270° ; 5 – амплітудне підсилення дотичної складової від усіх незалежних впливів реактивних реакції R_{xi}

Рис. 4. Результуючий ефект коефіцієнту підсилення дотичної складової від кількох незалежних впливів реактивних реакції R_{xi} копача впродовж періоду роботи повного циклу копача:

Останню умову практично реалізувати можна, якщо кількість лопаток, або рядків буде прагнути до нескінченності $i \rightarrow \infty$. Останнє пояснимо на графічній залежності (рис. 4).

З аналізу рис. 4 випливає, 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. Але, через інерційність копача та суттєву не рівність реактивної реакції копача з дотичною силою тяги енергетичного засобу цей недолік може мати не суттєвий вплив на його погіршення стійкості руху. Для більш предметного аналізу вказаного явища необхідно провести спеціальні дослідження динаміки плоскопаралельного руху самохідного копача в горизонтальній площині.

Водночас, побудована залежність на рис. Дозволяє зробити висновок про те, що зміщення кутової фази $\Delta\gamma_i$ при використанні декількох робочих органів копачів на самохідному копачі повинна визначатися за виразом

$$\Delta\gamma_i = \frac{360}{i}, \quad (2)$$

i – кількість копачів (або рядків копачів), зміщених за кутової фази на $\Delta\gamma_i$.

Через дію вертикальної реакції R_y копача у вертикальній площині реакція N_{km} на його опорному колесі дорівнюватиме за рис. :

$$N_{km} = G_m - R_y, \quad (3)$$

Де N_{km} – вертикальна реакція на опорному колесі копача;

G_m – вага копача;

R_y – вертикальна реакція копача у вертикальній площині.

Через аналогічну за рис. 4 циклічність дії реакції R_y на самохідний копач значення вертикальної реакції N_{km} на його опорному колесі також буде мати циклічний періодичний характер.

Опір кочення копача визначається за вертикальною реакцією N_{km} :

$$P_{fm} = f \cdot N_{km}, \quad (4)$$

де f – коефіцієнт опору кочення колеса самохідного копача по ґрунту.

Враховуючи циклічний періодичний характер значення вертикальної реакції N_{kt} за виразом (3) 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. Derevjanko D., Holovach I., Bulgakov V., Kuvachov V. та ін. Theoretical and experimental research into impact of threshing tools in combine grain harvesters on quality of cereal crop seeds. *Agronomy Research*. 2020. Vol. 18(2). P. 393–403.
2. Bonneton A., Hartmann C., Blanchart E. and other. Consequences of two tillage systems on Vertisol evolution and on working costs. *Soil congress*. 2000. 126 p.
3. Bulgakov V., Olt J., Chernovol M., Kuvachov V. та ін. A study of the interaction between soil and the pneumatic wheels of agricultural gantry systems. *AGRAARTEADUS: Journal of Agricultural Science*. 2020. 1. XXXI. P. 3–9.
4. Bulgakov V., Olt J., Smolinskyi S., Kuvachov V. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *AGRAARTEADUS: Journal of Agricultural Science*. 2020. 1. XXXI. P. 10–16.
5. Juzwik J. Incorporation of tracers and dozomet by rotary tillage and spading machines. *Soil and Tillage Research*. 1997. № 41. P. 237–248.



6. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. Theory of smoothness of movement of multiple-axle agricultural combined tractor-implement units. *"Intelligent Manufacturing & Automation: Proceedings of the 31st International DAAAM Symposium (21st-24th October 2020)*. 2020. P. 0056–0065.
7. Ivanovs S., Bulgakov V., Kaletnik H., Kuvachov V. [et al.] Experimental checking of mathematical models describing the functioning adequacy of bridge systems in agricultural track system. *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2020. Vol. 62(3). P. 107–114.
8. Bulgakov V., Ivanovs S., Volskyi V., Kuvachov V. Simulation of the Flat-parallel Movement of a Bridge Agricultural Unit with an Articulated Frame. *Rural sustainability research*. 2020. Vol. 44(339). P. 8–14.
9. Адамчук В. В., Булгаков В. М., Головач І. В., Кувачов В. П. Дослідження кочення рушіїв мостових агрозасобів по слідах постійної технологічної колії. *Вісник аграрної науки*. 2020. №10. С. 48–56.
10. Bulgakov V., Adamchuk V., Shymko L., Kuvachov V. A theoretical and experimental study of combined agricultural gantry unit with a mineral fertiliser spreader. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2020. № 2. XXXI. P. 139–146.
11. Адамчук В. В., Булгаков В. М., Головач І. В., Кувачов В. П. [та ін.]. Аналітичне дослідження ударної взаємодії вібраційного копача з тілом коренеплоду при його вилученні з ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11. С. 45–53.
12. 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)*. 2021. P. 628–634.
13. Bulgakov V., Ivanovs S., Kuvachov V. Experimental investigations in vertical vibration damping of agricultural aggregate of block-modular type. *Proceeding 20th International Scientific Conference engineering for rural development (Jelgava, 26.-28.05.2021)*. 2021. P. 635–642.
14. 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)*. 2021. P. 650–656.
15. Bulgakov V., Pascuzzi S., Ivanovs S., Kuvachov V. та ін. Study of the steering of a wide span vehicle controlled by a local positioning system. *Journal of Agricultural Engineering*. 2021. Vol. LII. P. 1144.



16. Технічна характеристика. URL: <http://www.falc.eu/ru/prodotti/vangatrici/panda.php> (дата звернення 18.08.2024).
17. Надикто В. Т., Кюрчев В. М., Кувачов В. П. Використання техніки в АПК: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.
18. Bulgakov V., Pascuzzi S., Ivanovs, S., Kuvachov V. та ін. Measure of the deflections from linear trajectory of a skid-steer gantry tractor during its motion. *2021 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)*. 2021. P. 22–26.
19. Bulgakov V., Olt J., Ivanovs S., Kuvachov V. Research into Dynamics of Motion Performed by Modular Power Unit as Part of Ploughing Tractor-Implement Unit. *Proceedings of the 32nd DAAAM International Symposium* (Vienna, Austria). P. 0576–0585.
20. Beloev H., Bulgakov V., Adamchuk V., Kuvachov V. та ін. Research and justification of running wheels tire parameters of bridge-type transport energy vehicle. *AIP Conference Proceedings*. 2022. № 2570. e040009..
21. Булгаков В. М., Адамчук В. В., Кувачов В. П., Результаты экспериментальных исследований блоково-модульного сільськогосподарського агрегату. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 7 (820). С. 49–58.

Стаття надійшла до редакції 26.08.2024 р.

V. Kuvachov, V. Druzhyh, S. Shevchenko, K. Zelenov
Dmytro Motornyi Tavria State Agrrotechnological University

**THEORETICAL BASICS OF MOVEMENT OF A SELF-PROPELLED
MACHINE WITH WORKING BODIES OF THE JET TYPE
IN THE PRECISION AGRICULTURE SYSTEM**

Summary

When using the working bodies of soil tillage machines, which work according to the principle of vertical cutting of the soil, a reactive component of the tangential traction force occurs, which has a cyclic periodic character, which worsens the stable movement of the unit. The purpose of the research is to ensure stable movement of a self-propelled machine with working bodies that form a periodic cyclic nature of the reactive tangential traction force, by substantiating the optimal parameters and modes of its operation. The scientific novelty consists in obtaining the regularity of the total tangential component of the movement of a self-propelled machine from several independent influences of reactive reactions of the digger's work, which, based on the principle of superposition, allows determining the amplitude amplification of the tangential reactive reaction of the digger, and the nature of the said amplification. The practical value of the research lies in the creation of a promising self-propelled soil tillage machine as part of a single-axis power tool and agricultural machinery. a tool that works on the principle of vertical cutting of the soil. As a result of the conducted research, it was established that during the simultaneous operation of four diggers, shifted to the angular phase of work from each other by 90 degrees, the amplitude



amplification of the tangential reactive response of the digger varies in the range of 1...1.5. The cyclic periodic nature of the change in the vertical reaction on the support wheel of the digger leads to the cyclic periodic nature of the change in the rolling resistance of its rolling. In further research, it is advisable to consider the dynamics of plane-parallel movement of a self-propelled digger in the horizontal and vertical planes, which will allow to substantiate its optimal parameters and mode of operation from the standpoint of stability and smoothness of its movement.

Key words: stability of motion, self-propelled machine, digger, reactive force, precision farming, principle of superposition.