

УДК 631. 313

**МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
ПРУЖНОГО СТОЯКА З РЕГУЛЯТОРОМ ЖОРСТКОСТІ**

*Козаченко О. В., Волковський О. М.
Державний біотехнологічний університет*

Застосування у сучасних технологіях виробництва сільськогосподарських культур ґрунтообробних знарядь з дисковими робочими органами зумовлює наукове обґрунтування їх конструктивно-технологічних параметрів задля підвищення якості підготовки поверхневого шару ґрунту до посіву та оптимізації витрат енергії на виконання роботи. При цьому найбільш привабливими, з точки зору

ефективності виконання процесу обробітку ґрунту, є дискові знаряддя із індивідуальним кріпленням робочих органів на пружних стояках. Як показує практика, такий технічний підхід надає низку переваг [1]. Сучасні дослідження [2, 3] вказують на те, що головною проблемою, з якою стикаються пружні робочі органи, є їхня стійкість по глибині. Розв'язання цієї проблеми передбачає аналіз вимушених коливань нелінійної системи під впливом квазіперіодичної сили. При цьому важливо враховувати особливості взаємодії робочого органу на пружному стояку з ґрунтом, зокрема, змінну геометрію робочого органу та вплив періодичності сколювання ґрунту при використанні пружних стояків.

Мета досліджень. Провести тривимірне моделювання напружено-деформованого стану пружного стояка розробленого дискатора з регулятором жорсткості і обґрунтувати діапазони раціональних конструктивних параметрів.

Запропонований дискатор [4] включає раму, до якої кріпляться сферичні диски на окремих пружних стояках складної просторової форми, яка забезпечує встановлення диска з одним кутом атаки та кутом нахилу у вертикально-повздожній площині. Пружні стояки в місці кріплення обладнані пружними регульовальними пластинами жорсткості аналогічної кривизни з можливістю їх сумісного кріплення до рами дискатора. Додатково встановлені клиноподібні вставки для забезпечення кута повороту стійки відносно вертикальної вісі. При постановці задачі теоретичних досліджень використано результати попередніх досліджень [5]. При вирішенні задачі прийнято, що на диск діють проєкції сили опору ґрунтового середовища F_x , F_y , F_z і вага навантаження з боку рами ґрунтообробного знаряддя – $F_p = 500$ Н. Для аналітичного рішення, застосовано чисельне моделюванням в програмному пакеті SOLIDWORKS Simulation в режимі лінійної динаміки випадкового коливання [6, 7]. Для демонстрації результатів прийнято наступні геометричні параметри дискового робочого органу на пружному стояку: $R_1 = 80$ мм; $R_2 = 150$ мм; $L = 400$ мм, $\delta = 10$ мм, $b = 90$ мм. Кути атаки диска $\alpha = 15^\circ$, укоса диска $\gamma = 15^\circ$, встановлення регульовальної пластина жорсткості $\beta = 60^\circ$, клиноподібної вставки $\theta = -10^\circ$, другого згину стояку $\psi = 140^\circ$. В програмному пакеті SOLIDWORKS Simulation складено відповідний фізико-математичний апарат, який оцінює пікову реакцію системи в стаціонарному стані на гармонійні навантаження. Проведений аналіз коливання стояка дозволив обрати критерії оцінки: значення максимальної абсолютної деформації стояка в місці кріплення диска ΔL_1 і частини рами знаряддя ΔL_2 ; значення максимальних напруженостей на вигинах стояка і регулятора жорсткості σ_{R2} , σ_{R1} ; частоти власних коливань стояка в трьох напрямках ω_x , ω_y , ω_z ; запропоновано проводили чисельне моделювання за трьома етапами: перший етап із конструктивними параметрами R_1 (60–140 мм), R_2 (120–200 мм), L (300–500 мм), ψ (100–160 °); другий етап із

конструктивними параметрами b (80–130 мм), δ (8–16 мм); третій етап із конструктивними параметрами α (0–30 °), γ (0–30 °), β (10–50 °), θ (–10–10 °). За результатами чисельного моделювання в програмному пакеті SOLIDWORKS Simulation отримано візуалізацію зміни розподілу абсолютної деформації і напруженості пружного стояка з часом та його амплітудно-частотну характеристику коливання. В результаті обробки отриманих даних отримано залежності зміни значень максимальної абсолютної деформації пружного стояка в місці кріплення диска ΔL_1 і частини рами знаряддя ΔL_2 та максимальних напруженостей на вигинах стояка і регулятора жорсткості σ_{R2} , σ_{R1} від геометричних розмірів стояка R_1 , R_2 , L , ψ , b , δ , кутів атаки і укоса диска α , γ , кута встановлення регулювальної пластина жорсткості θ та кута другого згину стояка ψ та обґрунтовані раціональні параметри геометричних розмірів пружного стояка $R_1 = 107$ мм, $R_2 = 152$ мм, $L = 421$ мм, $\psi = 125$ °, $b = 109$ мм, $\delta = 14$ мм та конструктивні параметри його розміщення у просторі $\alpha = 9,7$ °, $\gamma = 15$ °, $\beta = 31,8$ °, $\theta = 5,2$ °.

Список використаних джерел

1. Теслюк Г. В., Волик Б. А., Сокол С. П., Кобець О. М., Семенюта А. М. (2016). Ґрунтообробні агрегати на основі дискових робочих органів: монографія. ДДАЕУ. 144 с.
2. Шевченко І. А. (2016) Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища. К.: Видавничий дім «Вініченко». 320 с.
3. Шевченко І. А. (2003). Обґрунтування технологій та технічних засобів для обробки ґрунтів на базі їх агрофізичних показників. Дис... докт. техн. наук: 05.05.11. Таврійський державний агротехнологічний університет. 403 с.
4. Козаченко О. В., Бакум М. В., Волковський О. М., Кречот М. М. (2023). Патент України на корисну модель 153663. Дискатор. МПК (2023.01) А01В 23/00, А01В 23/06 (2006.01). Заявник: Державний біотехнологічний університет, № у 2023 00183. Заявл. 19.01.2023. Опубл. 09.08.2023, бюл. № 32.
5. Козаченко О. В., Седих К. В., Волковський О. М. (2020). Фізико-математична модель взаємодії диска з ґрунтом. Інженерія природокористування, 2 (16): 69–77. DOI: 10.37700/enm.2020.2(16). С. 69-77.
6. Алієв Е. Б. (2023). Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 340 с. ISBN 978-966-540-584-9. DOI: 10.31073/978-966-540-584-9.
7. Kobets A., Aliiev E., Tesliuk H., Aliieva O. (2023). Simulation of the interaction between the working bodies of tillage machines and the soil in Simcenter STAR-CCM+. Machinery & Energetics, 14 (1), 9–23. DOI: 10.31548/machinery/1.2023.09.

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.