

МЕТОДИКА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРУЖНОГО СТОЯКА З РЕГУЛЯТОРОМ ЖОРСТКОСТІ

Козаченко О.В., д.т.н., професор, Волковський О.М., аспірант

Державний біотехнологічний університет

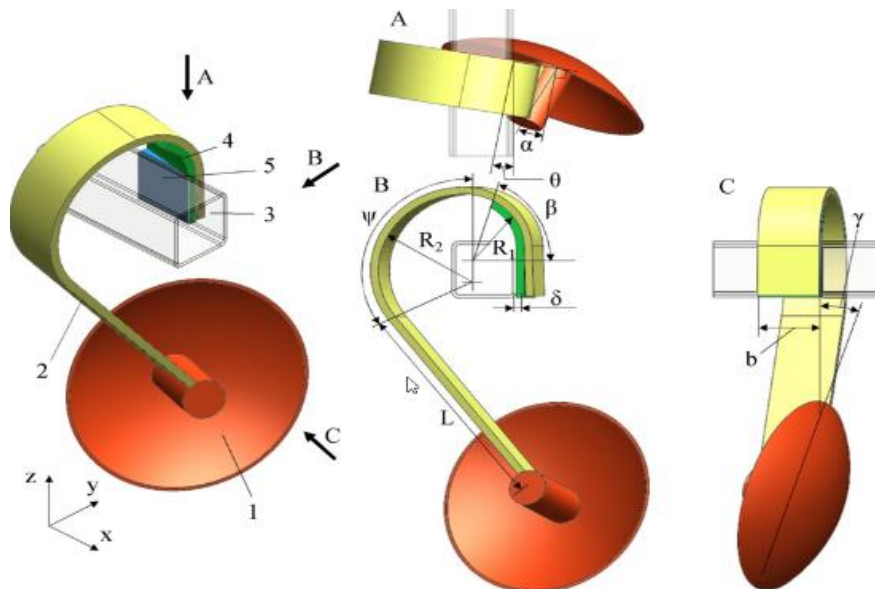
Наведено фізико-математичний апарат, який оцінює пікову реакцію системи (пружний стояк із дисковим робочим органом) в стаціонарному стані на гармонійні навантаження, який складено для проведення чисельного моделювання напружено-деформованого стану пружного стояка дискатора з регулятором жорсткості в програмному пакеті SOLIDWORKS Simulation.

Забезпечення заданої якості поверхневого обробітку ґрунту у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур передбачає широке застосування засобів механізації з дисковими робочими органами із застосуванням пружних стояків кріплення до рами знаряддя [1]. Такий технічний підхід зумовлює, у порівнянні з жорсткими стояками, утворення коливного руху робочих органів внаслідок нерівномірності опору ґрунтового середовища, кращої пристосованості до рельєфу поля, зменшення енергетичних витрат, підвищення ефективності технологічного процесу [2, 3]. При цьому, як показує практика, застосування ґрунтообробних знарядь з дисковими робочими органами на пружних стояках [4], досягнення позитивного ефекту є можливим в певних умовах ґрунту, швидкісного режиму та глибини обробітку, але завдання забезпечення якісних показників та енергоємності технологічного процесу на сьогодні вивчені недостатньо. Перспективним напрямком у вирішенні проблеми є використання чисельного моделювання процесу взаємодії дискових робочих органів на пружних стояках із ґрунтовим середовищем [5, 6]. Тому дослідження, спрямовані на вдосконалення якісних та енергетичних характеристик технологічних процесів поверхневого обробітку ґрунту застосуванням дискових робочих органів на пружних стояках, слід вважати актуальними.

Метою дослідження є чисельне моделювання напружено-деформованого стану пружного стояка дискового ґрунтообробного знаряддя з регулятором жорсткості та обґрунтування раціональних діапазонів конструктивних параметрів.

Запропонована конструкція дискатора [7] складається з рами 3 (рис. 1), на якій за допомогою окремих пружних стояків 2 складної просторової форми, яка забезпечує встановлення сферичного диска 1 зі ступицею з одним кутом атаки α та кутом нахилу γ у вертикально-повздовжній площині. Пружні стояки 2 в місті кріплення до рами 3 за допомогою бовтів обладнані регулювальними пластинами жорсткості 4 аналогічної кривизни з можливістю їх сумісного кріплення. Причому, на пластинах виконано декілька рядів отворів, що забезпечує регулювання довжини робочої їх частини, яка працює разом зі стояком 2 і тим самим змінює його жорсткість. Для забезпечення кута повороту

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
 стояка відносно вертикальної вісі додатково встановлені клиноподібні вставки 4. Під час роботи такого дискатора кожний сферичний диск 1 підрізає криволінійну скибу ґрунту, величина якої залежить від встановленої глибини обробітку та кута атаки α . За рахунок нахилу диска 1 у вертикально-повздовжній площині підрізана скиба ґрунту, переміщуючись по внутрішній поверхні сферичного диска 1, розпушується і частково перевертається.



1 – диск; 2 – пружний стояк; 3 – рама; 4 – регульовальна пластина жорсткості; 5 – клиноподібна вставка; α – кута атаки диска; β – кут встановлення регульовальної пластина жорсткості; γ – кут укоса диска; θ – кут клиноподібної вставки; ψ – кут другого згину стояка; R_1, R_2, L, δ, b – геометричні розміри стояка

Рис. 1. Запропонована конструкція дискатора із регулятором жорсткості

Для оцінки процесу взаємодії сферичних дисків на пружному стояку із ґрунтовим середовищем проведено гармонійний аналіз оцінки пікової реакції системи в стаціонарному стані на гармонійні навантаження. При цьому на кожному кроці рішення всі прикладені навантаження і базові збудження мають однакову частоту, величини визначаються відповідними частотними кривими, одержано візуалізацію зміни розподілу напруженості пружного стояка з часом. Проведенням аналізу цього розподілу, визначено динаміку зміни максимальної напруженості, яка знаходиться на вигині пружного стояка R_2 і додатково напруження на вигині регулятора жорсткості R_1 , напруженість змінюється за законом затухаючого коливання із визначеною власною частотою. Одержані результати дослідження напружено-деформованого стану пружного стояка з регулятором жорсткості дозволяють зробити висновок про те, що маючи визначену кількість пружних стояків або моделюючи їх конструкцію за рахунок набірних елементів із різними геометричними характеристиками і жорсткістю, можна побудувати їх амплітудно-частотні характеристики і за ними визначити планований діапазон роботи для заданих технологічних режимів. Аналіз одержаних результатів показав, що для кожного напрямку спостерігається максимальне значення амплітуди: для напрямку Ox відповідає перший режим із частотою 4,6953 Гц, для напрямку Oy відповідає другий режим (6,645 Гц), а для

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 напрямку Oz відповідає третій режим (62,592 Гц). Виконаний теоретичний аналіз коливання пружного стояка дискового ґрунтообробного знаряддя дозволив обрати наступні 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 ; Встановлено, що на підставі такого методичного підходу вже на стадії проектування дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь на пружних стояках можна робити висновок про можливість виконання ними конкретних технологічних задач щодо поверхневого обробітку ґрунту. Змінюючи конструктивні характеристики пружних стояків знаряддя і проводячи повторні дослідження, можна отримати відповідні залежності у вигляді рівнянь регресії.

Список використаних джерел

1. Ґрунтообробні агрегати на основі дискових робочих органів: Монографія / [Г.В.Теслюк, Б.А. Волик, С.П. Сокол, О.М. Кобець, А.М. Семенюта]. – Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2016. - 144 с.
2. Шевченко І. А. Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища. К.: Видавничий дім «Вініченко». 2016. - 320 с.
3. Козаченко О. В., Сєдих К. В., Волковський О. М. Фізико-математична модель взаємодії диска з ґрунтом. Інженерія природокористування, 2 (16): 2020. С. 69–77. DOI: 10.37700/enm.2020.2(16). С. 69-77.
4. Пащенко В. Ф., Онишко М. І., Дорошко І. М., Сєдих К. В. Визначення якісних показників роботи експериментального дискового луцильника. // *Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Механізація с.-г. виробництва*. – Харків, 2011. Вип. 107 (1. X). – С. 195–198.
5. Алієв Е. Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 2023. -340 с. ISBN 978-966-540-584-9. DOI: 10.31073/978-966-540-584-9.
6. Kurowski P. (2023). Preview this book Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation. Paperback. 592 p. ISBN 978-1-63057-552-6.
7. Патент України на корисну модель 153663, МПК А01В 23/06. Дискатор / Козаченко О. В., Бакум М. В., Волковський О. М., Крєкот М. М. (Україна). - № u 2023 00183; Заявл. 19.01.2023. Опубл. 09.08.2023. Бюл. № 32.