

УДК 539.413:514.18

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ S-ПОДІБНОГО СТОЯКА КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ

Пилипака С. Ф., Хропост В. І.

Національний університет біоресурсів і продовкористування України

Постановка проблеми. На культиваторну лапу діють сили опору при обробі ґрунту. Ці сили змінної величини передаються на стояк, в результаті чого він приймає пульсуюче динамічне навантаження. Стояк це навантаження певним чином згладжує, але це призводить до періодичної зміни форми його пружної осі. В результаті такого пружинення культиваторна лапа частково змінює своє положення, що впливає на напрям входження леза у ґрунт та відхилення її ходу від заданої глибини. Визначення деформації стояка дасть можливість відслідковувати ці відхилення та зробити їх в заданих межах.

Аналіз останніх досліджень. Пружне згинання криволінійної смуги із заданою початковою кривиною її пружної осі розглянуто в праці [1]. В праці

[2] зроблено акцент на особливості розрахунку пружинного елемента регулятора кута атаки культиваторної лапи.

Мета досліджень полягає в розробці аналітичного опису згинання пружної осі S-подібного стояка культиваторної лапи від дії на неї сил опору ґрунтового середовища.

Внаслідок прикладеного моменту до стояка він деформується. Згідно теорії опору матеріалів кривина його осі k_0 визначається із виразу:

$$k_0(s) = \frac{M(s)}{EI}, \quad (1)$$

де $M(s)$ – прикладений момент M до стояка у функції довжини дуги s його пружної осі;

EI – жорсткість стояка. Вона представляє собою добуток моменту інерції I поперечного перерізу смуги на модуль Юнга E .

Оскільки стояк має початкову кривину k_0 пружної осі у вільному стані, то після прикладеного моменту кривина k буде результатом об'єднання цих кривин: $k = k_0 \pm k_0$. Знак перед k_0 залежить від напрямку дії моменту, оскільки він може збільшувати або зменшувати початкову кривину k_0 . Із врахуванням (1) можна записати:

$$k = k_0 \pm \frac{M(s)}{EI}. \quad (2)$$

Момент сили $M(s)$ є добутком сили P на довжину дуги s від точки прикладеної сили P до поточної точки пружної осі. Кривина k є похідною кута α , який утворюється між дотичними на кінцях осі внаслідок її згинання: $k = d\alpha/ds$. Після цього вираз (2) запишеться наступним чином:

$$\frac{d\alpha}{ds} = k_0 \pm \frac{Ps}{EI}. \quad (3)$$

Інтегруванням виразу (3) знаходять закономірність зміни кута α в залежності від довжини дуги s пружної осі. При відомій залежності $\alpha = \alpha(s)$ пружну вісь стояка будують за допомогою чисельного інтегрування наступних виразів:

$$x = \int \cos \alpha(s) ds; \quad y = \int \sin \alpha(s) ds. \quad (4)$$

Розглядалися два варіанти S-подібного стояка (рис. 1).

Дуги 1 мають різний радіус, а дуги 2 – однаковий. Їх довжини підібрані таким чином, що висота H обох стояків однакова. Спочатку визначалася деформація дуг l при умовному защемленні в точці B . Кут α визначався за формулою (3) із знаком «-», оскільки внаслідок дії сили опору ґрунту кривина пружної осі дуг зменшувалася. За рівняннями (4) було побудовано нові положення пружних осей нижніх частин стояка (рис. 2).

Аналогічно визначалась деформація верхньої частини стояка, але із знаком «+» у виразі (3) і з врахуванням додаткової дії моменту, який передавався від нижньої частини стояка (рис. 3).

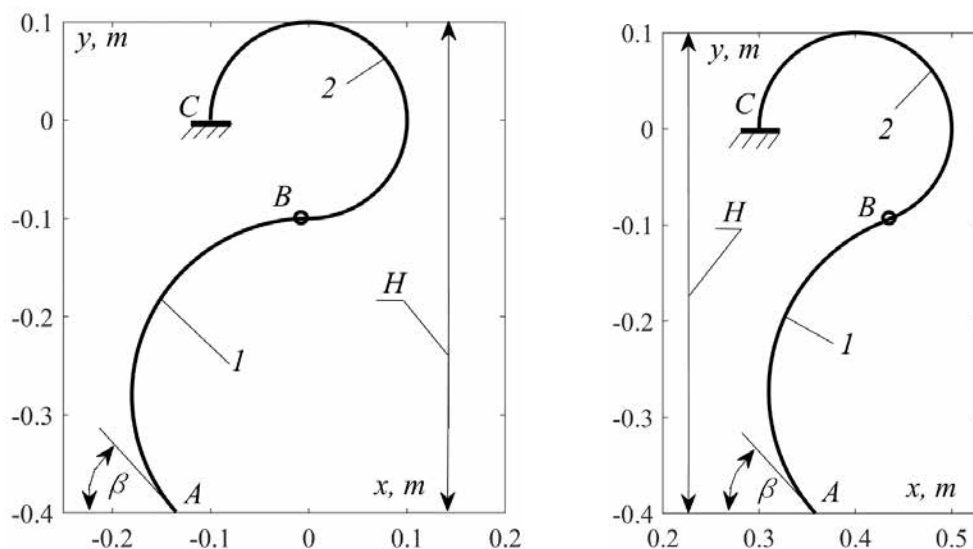


Рис. 1. Два варіанти S-подібного стояка культиваторної лапи

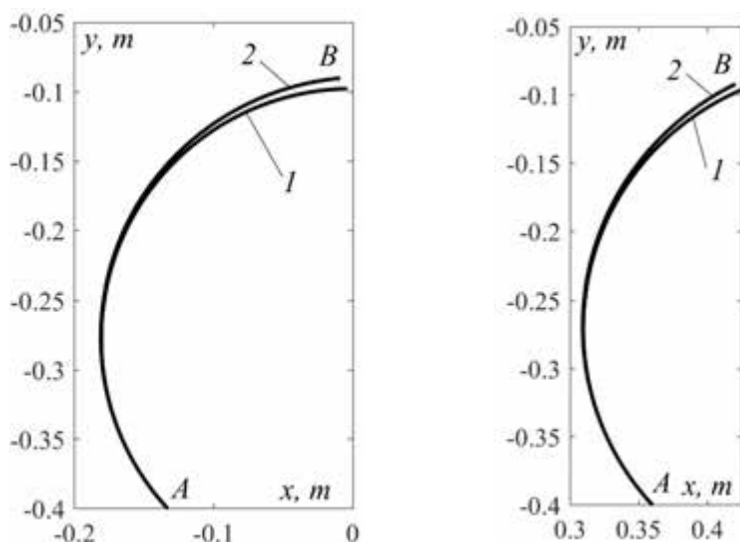


Рис. 2. Пружна вісь нижньої частини стояка (дуга AB) до деформації – 1 і після деформації – 2

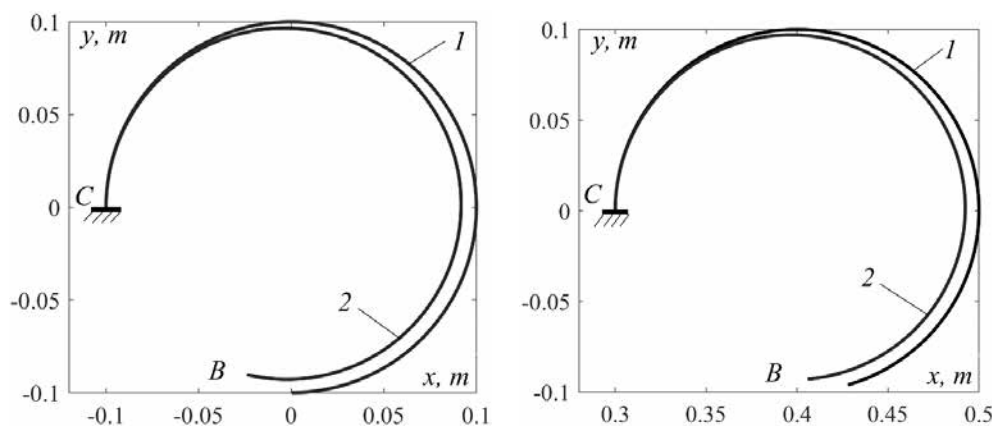


Рис. 3. Пружна вісь верхньої частини стояка (дуга BC) до деформації – 1 і після деформації – 2

Пружні осі верхньої і нижньої частини стояка після деформації з'єднувалися в єдине ціле із спільною дотичною в точці B (рис. 4).

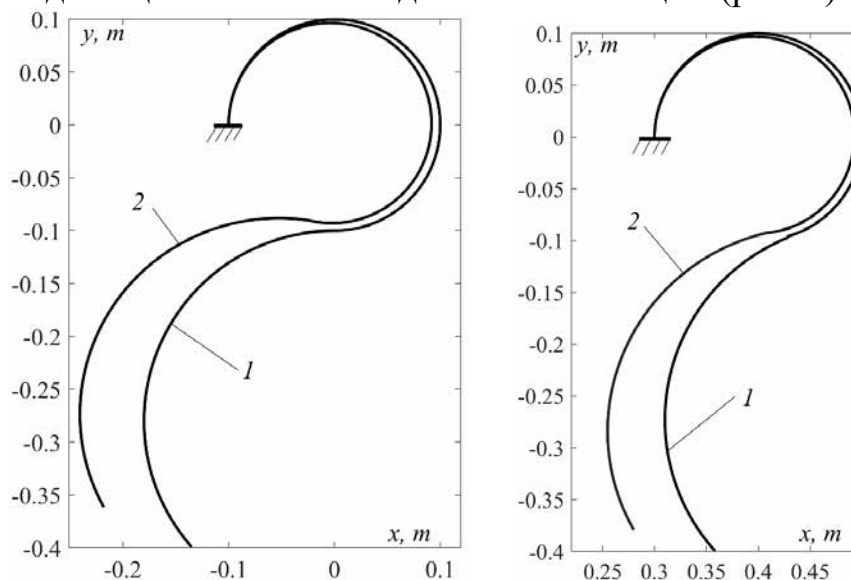


Рис. 4. Порівняння пружних осей стояків до і після деформації

Висновки. Порівняння пружної осі стояка до і після деформації при його роботі дає можливість оцінити нерівномірність ходу культиваторної лапи по висоті і враховувати це при виборі форми стояка.

Список використаних джерел

1. Хропост В. І. Пружне згинання криволінійної смуги із заданою початковою кривиною її пружної осі / В.І. Хропост, І.О. Демчук // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Вип. 104. К: КНУБА, 2023. С. 183–189.

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.