

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ ПІДСТАВИ СТВОРЕННЯ ПРУЖНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

І.А. Шевченко, Ір.А. Шевченко¹

Інститут олійних культур НААН
¹*Запорізька державна інженерна академія*

Робота присвячена експериментально-теоретичним основам розрахунку пружних ґрунтообробних робочих органів для визначених умов роботи. Обґрунтовано алгоритм побудови амплітудно-частотних характеристик пружних S-подібних стійок, що дозволяє виконувати технологічний процес у відповідності до заданих агротехнічних та енергетичних показників їх роботи. Встановлено, що застосування пропонованого методичного підходу до розробки та оцінювання S-подібних робочих органів на основі їх амплітудно-частотних характеристик дає оцінку ступеню відповідності їх показників роботи реальним ґрунтовим умовам. Розроблено відповідне програмне забезпечення для розрахунку амплітудно-частотних характеристик пружних стійок.

Ключові слова: поверхневий обробіток ґрунту, пружний S-подібний робочий орган, амплітудно-частотна характеристика.

Вступ. Основною проблемою для пружних ґрунтообробних робочих органів є залежність їхніх характеристик (пружних та геометричних) від умов роботи (типу ґрунту, глибини обробітку, швидкості руху, технологічного завдання), що обумовлює неможливість підтримування вимушених коливань у процесі роботи. В подальшому це значно збільшує тяговий опір робочого органу та неоднорідність глибини обробітку. Тобто, всі позитивні сторони вібраційних робочих органів по відношенню до жорстких перетворюються в негативні. Таким чином, необхідно знайти рішення щодо збереження вимушених коливань у процесі роботи пружних робочих органів. Робота виконується у відповідності до тематичних планів науково-технічної державної програми „Агропродкомплекс”.

До основних робіт, в яких розглянуто обґрунтування параметрів та визначення режимів роботи пружних ґрунтообробних робочих органів можна віднести роботи Мазитова Н.К. [2] Кузнєцова Ю.М. [4] та Кушнарєва А.С. [5, 6], що в більшості побудовані на дослідженнях Тимошенка С.П. [1, 3] Однак, системно проблема відносно створення пружних робочих органів та їхня адаптація до реальних умов роботи на методичному рівні в цих роботах розглянуті не були.

Мета роботи – розробити та експериментальним шляхом перевірити запропоновану методику розробки пружних робочих органів.

Матеріал та методи досліджень – лабораторно-теоретичні та експериментальні. Застосовано методики побудови амплітудно-частотної характеристики [1, 3]. Для отримання характеристики S-подібного робочого органу використано стенд для зняття статичних характеристик пружних стійок. Розрахунки та експерименти проведено для типових ґрунтового-кліматичних умов

півдня України (грунт - південноукраїнський чорнозем).

Результати досліджень та їхнє обговорення. Порівняльну оцінку результатів теоретичних та експериментальних досліджень, пов'язаних з розробкою S-подібних пружних робочих органів, можна провести на прикладі застосування методики побудови амплітудно-частотної характеристики для реального робочого органа з раціональними параметрами, отриманими за результатами експериментальних досліджень для глибини обробітку – $h=15$ см та швидкості руху агрегату – $V_p \approx 2.1$ м/с:

1. З використанням стенду, представленого на рис. 1, отримаємо характеристики S-подібного пружного робочого органа (рис. 2).

2. Сили відновлення від горизонтально прикладеного навантаження:

– у горизонтальній площині - $F_{\delta x} = 6143.96 \cdot X + 98435.20 \cdot X^3$;

– у вертикальній площині - $F_{\delta y} = 32505.01 \cdot Y + 2.02 \cdot 10^9 \cdot Y^3$.

3. На підставі характеристик пружної стійки:

– приведена маса $m_{пр} = 1.68$ кг;

– частота власних коливань $p = 8.97$ Гц.

4. Для типових ґрунтово-кліматичних умов півдня України (грунт - південноукраїнський чорнозем) для $h = 0,12...0,14$ м і $V_p \approx 2.1$ м/с визначено [6]:

– зусилля граничної рівноваги $Q_{пр} \approx 830$ Н;

– частоту змушених коливань $\omega \approx 11.67$ Гц при $S \approx 0.089$ м.

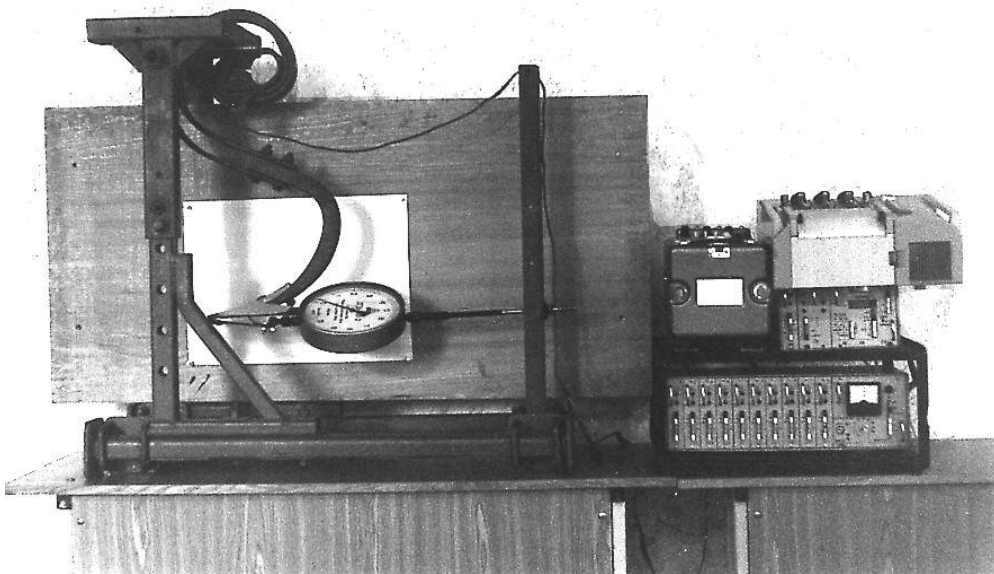


Рис. 1. Стенд для зняття статичних характеристик пружних стійок та тарування тензоланки лабораторно-польової установки

Побудувавши параболу $f(a) = \frac{3 \cdot \mu_0 \cdot a^3}{4} = 12 \cdot a^3$ [1] та лінійні функції

$f(a) = (\omega^2 / p^2 - 1) \cdot a \pm 0.052$, отримаємо амплітудно-частотну характеристику реального робочого органа з раціональними параметрами (рис. 3).

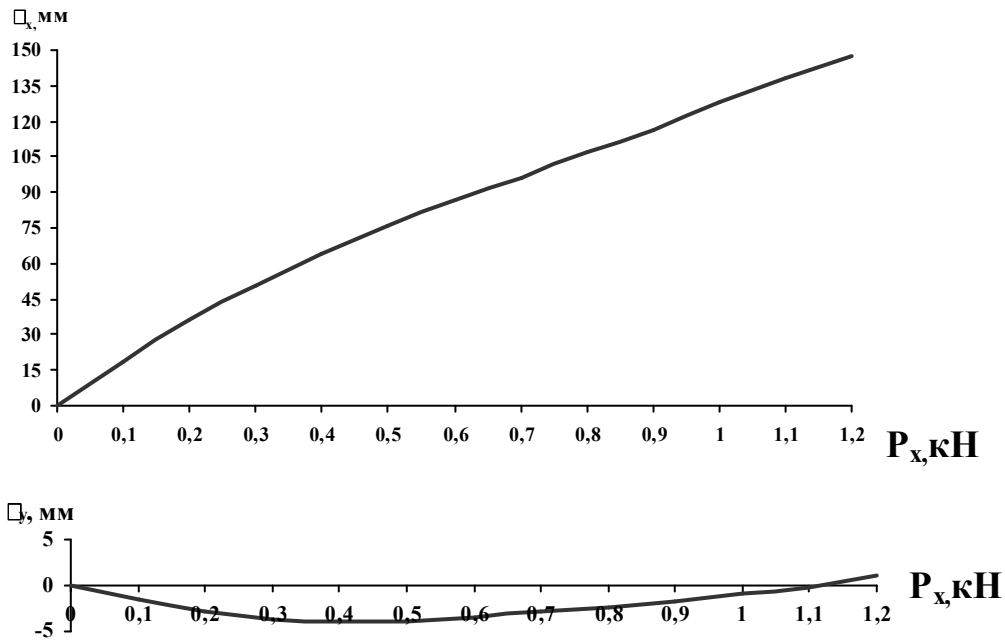


Рис. 2. Графіки переміщення носка стрілкової лапи під дією горизонтального навантаження робочого органу - P_x :
 δ_x - горизонтального, δ_y - вертикального

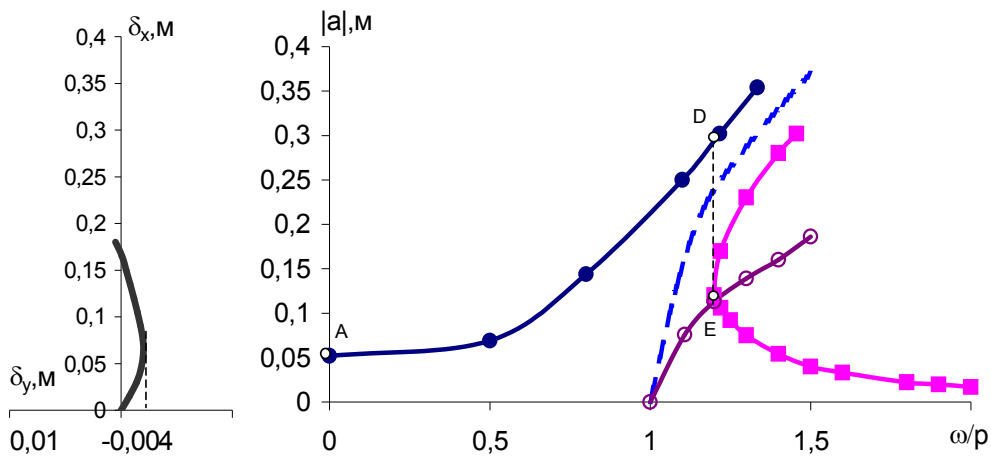


Рис. 3. Побудова амплітудно-частотної характеристики S-подібного пружного робочого органу

Висновки

Аналізуючи отримані результати лабораторно-теоретичних досліджень і порівнюючи їх з відповідними характеристиками пружних робочих органів, отриманих з експериментальних досліджень, можливо зробити наступні

висновки для тягового опору робочого органа в межах 0,8...1,1 кН (реальні польові умови):

- поздовжні переміщення носка стрілкової лапи складуть 100...120 мм;
- вертикальне переміщення носка стрілкової лапи не перевищать 4 мм;
- кут нахилу підшви стрілкової лапи при максимальному навантаженні не перевищить 10...12°.

Все це свідчить про те, що в польових умовах півдня України експериментальні робочі органи будуть мати саме ті показники роботи, які розраховувалися при їх проектуванні.

Література

1. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле / С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер. – М. : Машиностроение, 1985. – 472 с.
2. Мазитов Н.К. Почва и машины / Мазитов Н.К. – Казань : Татарское кн. изд-во, 1988. – 104 с.
3. Вибрация в технике : справочник / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.) // Колебание инженерных механических систем – Т.2. / Под ред. И.И. Блехман. – М. : Машиностроение, 1979. – 351 с.
4. Кузнецов Ю.М. Механико-технологическое обоснование и разработка комплексов комбинированных агрегатов для совмещения операций обработки почвы в системе интенсивного земледелия: Дис... докт. техн. наук: 05.20.01. – М. : ВИМ, 1991. – 51 с.
5. Кушнарев А.С. Механико-технологические основы обработки почвы / А.С. Кушнарев, В.И. Кочев. – К. : Урожай, 1989. – 144 с.
6. Kushnarev A. Ways of improvement of stability of tillage tools with spring shanks moving in depth / A. Kushnarev, I. Shevchenko // ASAE (94-D-027), EurAgEng "Power, Machinery and mechanization" – Belgium : CIGR, 1994. – V.2. – PP. 495-499.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ СОЗДАНИЯ УПРУГИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

И.А. Шевченко, Ир.А. Шевченко

Работа посвящена экспериментально-теоретическим основам расчёта упругих почвообрабатывающих рабочих органов для определённых условий работы. Обоснован алгоритм построения амплитудно-частотных характеристик упругих S-образных стоек, что позволяет выполнять технологический процесс в соответствии с заданными агротехническими и энергетическими показателями их работы. Установлено, что применение данного методического подхода к разработке и оценке S-образных рабочих органов на основе их амплитудно-частотных характеристик даёт оценку степени соответствия их показателей работы реальным почвенным условиям. Разработано соответствующее программное обеспечение для расчета амплитудно-частотных характеристик упругих стоек.

Ключевые слова: поверхностная обработка почвы, упругий S-образный рабочий орган, амплитудно-частотная характеристика.

EXPERIMENTAL AND THEORETICAL GROUNDS FOR THE ESTABLISHMENT OF RESILIENT WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES

I. Shevchenko, Ir. Shevchenko

The main problem for the elastic soil-cultivating working bodies is the dependence of their characteristics (elastic and geometric) on working conditions (soil type, depth, speed, technological task) that causes inability to maintain forced vibrations in the process. In the future, it significantly increases the traction resistance of the working body and the heterogeneity of treatment depth. That is, all the positive aspects of vibration of the working bodies in relation to hard turn into a negative. Thus, it is necessary to find a solution for the preservation of the forced oscillations in the process, the elastic working organs.

The aim of this work is to develop and experimentally test the proposed methodology for the development of resilient working bodies.

Research methods – laboratory, theoretical and experimental. The applied method of constructing the amplitude-frequency characteristics [1, 3]. To characterize the S-shaped working body used the stand to remove the static characteristics of elastic struts. Calculations and experiments were conducted for typical soil and climatic conditions of southern Ukraine (the soil - the South Ukrainian Chernozem).

The results of testing of the proposed methodology for the design of elastic soil-cultivating working bodies for the real work environment.

Justified algorithm for constructing the amplitude-frequency characteristics of elastic racks, which leads to her job within acceptable agronomic and energy requirements deviation of the depth of the movement from the target over the entire operating range, while maintaining the vibrational properties of the rack. It is established that the application of this methodological approach in the design of S-shaped working bodies allows to assess their compliance with the requirements of the consummation of the process of loosening. Developed the appropriate software for calculation of amplitude-frequency characteristics of elastic struts.

Comparative evaluation of the results of theoretical and experimental studies related to the development of S-shaped spring working bodies were conducted on the example application of the method of constructing the amplitude-frequency characteristics for the real working body with rational parameters obtained from the results of experimental studies

Analysis of the results of laboratory and theoretical studies in comparison with the corresponding characteristics of the elastic working organs of experimental researches has allowed to draw the following conclusions:

- longitudinal working travel sock Lancet paws will be 100...120 mm;
- vertical movement of the Lancet paws sock will not exceed 4 mm;
- the angle of the sole of the Lancet paws at maximum load does not exceed 10...12°.

All this suggests that in field conditions of South of Ukraine experimental working bodies will have those performance indicators which were calculated in their design.

Key words: surface treatment of the soil, elastic S-shaped actuator, amplitude-frequency characteristic.

Рецензент: В.А. Дідур, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічного сервісу в АПК ТДАТУ.

© І.А. Шевченко, Ір.А. Шевченко