

УДК 631.316.022

Коноваленко С. – аспірант, Стецюк А. – ст. гр. ХС – 41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИНИКНЕННЯ АВТОКОЛИВАНЬ ПРИ ПЕРЕМІЩЕННІ ЛАПИ КУЛЬТИВАТОРА НА ПРУЖНІЙ ПІДВІСЦІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабій А.В.

Konovalenko S., Stetsiuk A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **POSSIBILITY ANALYSIS OF SELF-OSCILLATION EMERGENCE WHILE CULTIVATOR LEG WITH SPRING SUSPENDER MOVING**

Supervisor: Ph.D, Assoc. prof. A. Babiу

Ключові слова: культиватор, пружна підвіска, автоколивання.

Key words: cultivator, spring suspender, self-oscillation.

Розвиток сільськогосподарського машинобудування безупинно рухається у напрямку вдосконалення робочих машин з метою отримання більших ефектів від їх експлуатації. Серед базових показників підвищення експлуатаційних властивостей будь-якої ґрунтообробної машини є зменшення її тягового опору без втрати продуктивності, дотриманні заданої глибини та якості обробітку.

Розглядаючи роботу культиваторів, зокрема, обладнаних глибокорозпушувальними лапами, ця проблема є дуже актуальною. Її потрібно розглядати в двох ракурсах – зниження тягового опору агрегату як економію тягової сили трактора із всіма впливаючими з цього наслідками; зниження тягового опору агрегату як вихідного параметру навантаження елементів конструкції самого робочого органу, його кріпильних елементів та рами машини в цілому.

Практичний інтерес представляють ґрунтообробні машини, робочі органи яких мають пружні стійки кріплення або жорстку стійку лапи на пружній підвісці. В тому чи іншому випадку їх функціональна задача полягає у забезпеченні коливних рухів робочого органу. За такого характеру переміщення робочого органу у ґрунті досягаються дві мети – зниження тягового опору машини та відмінне самоочищення робочого органу від бур'янів, що обволікають ріжуче лезо, чи налиплого ґрунту. Як показують результати досліджень в цьому спрямуванні, зниження тягового опору від вібраційного переміщення робочого органу в ґрунті може сягати від 20% до 50%. Збудження коливань можна забезпечувати спеціальними вібраторами, тобто робочі органи виконувати активними. Але така конструкція машини значно збільшує її вартість, вимагає додаткової енергії на живлення вібратора, що в кінцевому результаті нівелює отриманий ефект від зниження опору при вібраційному переміщенні. Перспективним є використання властивостей опору ґрунту при його сколюванні для збудження коливних процесів в ґрунтообробних робочих органах машин.

За класичним визначенням механіки такі коливання називаються самозбуджуючими або автоколиваннями. Вони виникають та підтримуються від джерела енергії, що має неколивну природу, але входить в цю систему. В залежності

від фізико-механічних властивостей ґрунту величина енергії, що передається робочому органу регулюється самою системою.

При розв'язку задачі автоколивних процесів значних труднощів додає процес моделювання взаємодії робочого органу із ґрунтовим середовищем. В проведеному дослідженні встановимо параметри при яких виникатимуть такі коливання.

Розглянемо ґрунтообробну лапу з приведеною масою  $m$ , пружна стійка якої нерухомо закріплена на рамі культиватора, є однакового перетину і виражається коефіцієнтом жорсткості  $c$ . Місце кріплення стійки на рамі рухається разом з машиною з поступальною швидкістю  $\mathcal{G}$ . Опір переміщенню робочого органу  $R(u)$  при існуючих фізико-механічних властивостях ґрунту залежатиме також від відносної швидкості  $u$  його переміщення в цьому середовищі. Відповідно до рис. 1, запишемо вираз відносної швидкості переміщення робочого органу  $u$  в прийнятій системі координат

$$u = \mathcal{G} - \dot{x}, \tag{1}$$

де  $\dot{x}$  – швидкість переміщення лапи під положення рівноваги.

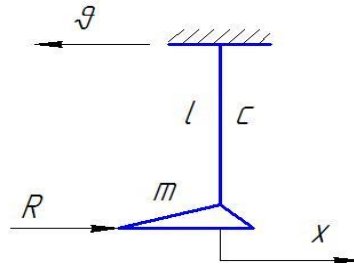


Рисунок 1 – Розрахункова схема культиваторної лапи на пружній стійці

Диференціальне рівняння руху такої системи матиме вигляд

$$m\ddot{x} + cx - R(u) = 0. \tag{2}$$

При цьому рівняння рівноваги буде задоволене, якщо  $\dot{x} = 0$ ,  $u = \mathcal{G}$ , тобто при відносно нерухомому робочому органі, який отримує статичний зсув

$$x_0 = R(u) / c. \tag{3}$$

Важливу роль в цьому процесі відіграє характер залежності  $R(u)$ , яка визначатиме стійкість рівноваги в цьому положенні робочого органу, що описується координатою  $x_0$ . З цією метою допустимо, що є нескінченно мале збурення  $\xi(t)$ , тоді

$$x(t) = x_0 + \xi(t). \tag{4}$$

Без великої похибки при малих коливаннях можна прийняти силу опору у вигляді

$$R(u) = R(\mathcal{G} - \dot{x}) = R(\mathcal{G}) - (dR/du)_{u=\mathcal{G}} \xi. \tag{5}$$

Підставляючи значення  $x$  і  $R$  в рівняння руху (2), матимемо

$$m\ddot{\xi} + (dR/du)_{u=\mathcal{G}} \dot{\xi} + c\xi = 0. \tag{6}$$

Звідси видно, якщо  $(dR/du)_{u=\mathcal{G}} > 0$  або  $\mathcal{G} > u_0$  коливання будуть згасаючими і положення статичної рівноваги є стійким у відношенні до малих збурень. Інакше – коливання зростають і положення рівноваги нестійке.

Таким чином, якщо  $\mathcal{G} > u_0$ , то стан рівноваги стійкий, якщо ж  $\mathcal{G} < u_0$ , то після будь-якого досить малого збурення в системі відбувається самозбудження коливань.

Зроблені висновки будуть основою для вибору параметрів пружної підвіски з метою забезпечення автоколивних процесів робочого органу ґрунтообробної машини.