

## ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРУЖНОЇ ПІДВІСКИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТИВ

**Алфьоров О.І., к.т.н., доцент**

*Харківський національний технічний університет сільського  
господарства ім. Петра Василенка*

*Визначені динамічні характеристики процесу обробки ґрунту ґрунтообробними агрегатами з робочими органами на пружній підвісці.*

**Вступ.** Процес культивуації на сучасному етапі розвитку машин сільськогосподарського виробництва має широкий спектр засобів обробки ґрунту. Окреме місце займають культиватори, що мають робочі органи на пружній підвісці, завдяки чому досягається ряд переваг, таких як економічність та якість обробки ґрунту (зниження гребнистості, покращення показників рихлення, тощо) [1]. Представлення процесу динамічного рихлення ґрунту на прикладі роботи культиватора з S-образної пружною стійкою як автоколивальний процес дало можливість виділити ряд динамічних характеристик процесу рихлення, що надають можливість оптимізації.

**Результати досліджень.** Розглядаємо деформацію S-образної пружної стійки, як таку, що складається з чотирьох етапів: перший, коли початкове положення агрегату характеризується нульовою швидкістю та відсутністю деформації у стійці; другий характеризується початком руху агрегату із заглибленням лапи в ґрунт, що деформує стійку і максимально відхиляє її у бік, протилежний напрямку руху агрегату; на третій стадії стійка повертається у своє початкове положення (відбувається руйнування ґрунту під дією динамічних навантажень і ця стадія є початком процесу рихлення ґрунту); остаточне розпушення ґрунту відбувається на четвертій стадії, коли стійка відхиляється у напрямку руху агрегату. Було визначено [2] такі динамічні характеристики пружної підвіски, що відповідають процесу рихлення:

відносне переміщення точки кріплення лапи до стійки:

$$x_{\text{оин}}(t) = -\frac{V}{k} \sin kt + \frac{P_2}{c} (\phi - 1) (1 - \cos kt) \quad (1)$$

відносна швидкість точки кріплення лапи до стійки:

$$\dot{x}_{\text{оин}}(t) = -V \cos kt + \frac{k(P_1 - P_2)}{c} \sin kt \quad (2)$$

де,  $V$  - швидкість руху агрегату;  $k = \sqrt{\frac{c}{m}}$  - власна частота коливань од-

номасової системи;  $c$  - згинальна жорсткість стійки;  $m$  - зведена маса лапи та ґрунту, яка бере участь у автоколиваннях;  $\phi = \frac{P_1}{P_2}$ ;

$P_1$  - сила опору рихленню до початку руху лапи;  $P_2$  – сила опору в стадії відносного переміщення лапи при рихленні.

Відомо, що опір ґрунту при культивуванні може дорівнювати 800 Н на 1 метр ширини захвату культиватора. Враховуючи, що на одному метрі ширини захвату знаходиться 4 стійки, отримаємо, що на кожному з них діє сила  $P_2 = 267$  Н [3]. Отже, при  $\phi = 1,2$  значення сили  $P_1 = 320$  Н. Швидкість руху агрегату  $V = 2$  м/с, жорсткість стійки приймаємо як таку, що дорівнює  $c = 3,7 \cdot 10^3$  Н/м, власна частота коливань одномасової системи  $k = 27$  рад/с.

Результати розрахунку відносного переміщення та швидкості точки кріплення лапи до стійки в залежності від часу  $t$  представлені на графіках (рис.1, рис.2):

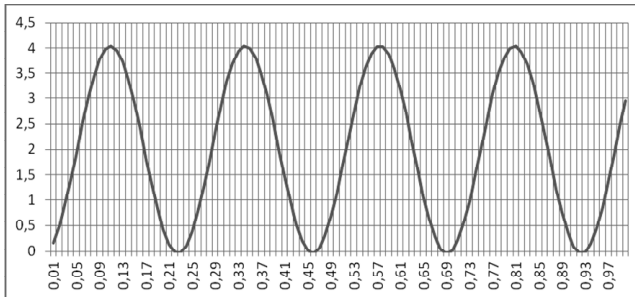


Рис.1. Залежність зміни відносного переміщення точки кріплення лапи до стійки

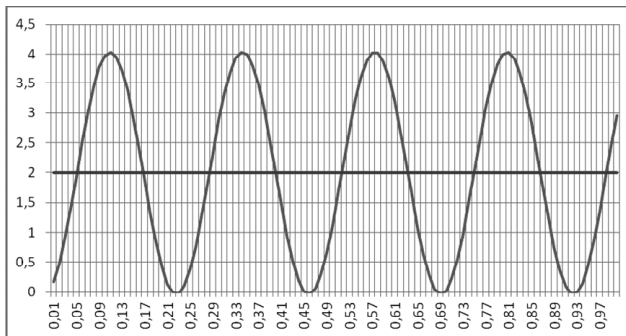


Рис.2. Залежність зміни відносної швидкості точки кріплення лапи до стійки

Маючи основні динамічні характеристики рихлення ґрунту доцільно ввести узагальнюючий показник – коефіцієнт динаміки рихлення, який виступає як критерій подібності.

Введемо деякі допоміжні параметри:

$$\beta = \frac{\sqrt{cg}\Delta_2(\phi-1)}{V\sqrt{Q_r}} \quad (3)$$

де  $\Delta_2 = \frac{P_2}{c}$ ;  $Q_r = mg$ ,  $g$  – прискорення вільного падіння.

Тоді вираз для коефіцієнта динаміки рихлення буде мати вигляд:

$$K_o = \frac{x(t)}{V(t)} = 1 + \frac{2\Delta_2(\phi-1)\sqrt{gc}}{V\sqrt{Q_r} \arccos\left(\frac{1-\beta^2}{1+\beta^2}\right)} \quad (4)$$

Використовуючи наведену теорію легко визначити максимальне пружне переміщення лапи:

$$x_{max} = \frac{P_1}{c} = \Delta_2\phi; \quad (5)$$

частоту коливань лапи

$$\frac{1}{T} = \frac{p}{\theta + 2\beta}; \quad (6)$$

де  $p = \sqrt{\frac{gc}{Q_s}}$ ,  $\theta = \arccos\frac{1-\beta^2}{1+\beta^2}$ .

За вихідних умов, наведених вище, при швидкості руху агрегату  $V = 2$  м/с, маємо значення коефіцієнта динаміки рихлення  $K_o = 2,01$ , максимальне пружне переміщення лапи  $x_{дин} = 29$  мм, та частоту автоколивань  $\frac{1}{T} = 34,5$ Гц.

**Висновки** Відповідно до викладеної теорії можна виділити основні динамічні характеристики рихлення, такі як динамічне пружне переміщення лапи за один період автоколивань, максимальне пружне відхилення лапи від початкового положення, частоту коливань – ці показники є суттєвими з точки зору підвищення механічної надійності агрегатів за рахунок забезпечення міцністних характеристик робочих органів на етапі проектування. Коефіцієнт динаміки рихлення, виступаючи як критерій подібності, повинен мати зв'язок із силами тягового опору агрегату, що дає можливість подальшого розвитку теорії розрахунку основних пара-

метрів робочих органів та режиму роботи ґрунтообробних машин і знарядь. Сукупність зазначених динамічних характеристик повинна бути використана в формуванні теорії забезпечення технологічної надійності обробки ґрунтів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Карпуша, П. П. О влиянии конструкции упругого элемента подвески рабочего органа на эффективность работы. Сб. науч. тр. УСХА. К., 1977. Вып. 192. С. 15–18.
2. Алфьоров О.І. Динаміка руху та надійність робочих органів ґрунтообробних агрегатів на пружній підвісці / О.І. Алфьоров // Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві: Вісник Харківського національного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2015. Вип. 158. С. 271-278.
3. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение. 1977

#### **Аннотация**

### **ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРУГОЙ ПОДВЕСКИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЕ АГРЕГАТЫ**

**Алферов А.И.**

*Определены динамические характеристики процесса обработки почвы почвообрабатывающими агрегатами с рабочими органами на упругой подвеске.*

#### **Abstract**

### **DYNAMIC CHARACTERISTICS OF ELASTIC SUSPENSION OF WORKING UNIT GROUND**

**Alferov A.**

*Defined dynamic characteristics of the process tillage cultivating units of working bodies on an elastic suspension*