

14. Чаплыгин В.Н. Электромагнитный метод обнаружения и регистрации роста усталостных трещин / В.Н. Чаплыгин, Г.В. Абабков // Вопросы авиационной науки и техники. – 1995. – № 1. – С. 241–246.
15. Бида Г.В. Коэрцитиметрия в неразрушающем контроле / Г.В. Бида, А.П. Ничипурук // Дефектоскопия. – 2000. – №11. – С. 1–29.
16. Вильданов Р.Г. Магнитный интроскоп для контроля оболочковых конструкций нефтяной и нефтехимической промышленности / Р.Г. Вильданов // Нефтегазовое дело. – 2003. – С. 1–6.
17. Колегин В.П. Технические средства диагностирования / В.П. Колегин, А.В. Мозгалеvский. – М.: Судостроение. – 1984. – 208 с.
18. Вавилов В.П. Теплові методи неруйнуючого контролю : довідник / В.П. Вавилов. – М.: Машинобудування. – 1991. – 240 с.
19. Учанин В.Н. Методы количественного вихретокового контроля с определением параметров дефектов / В.Н. Учанин // Техническая диагностика и неразрушающий контроль, 2002. – № 1. – С. 33–38.

*Для обнаружения дефектов в деталях машин и элементов конструкций широкое применение нашли ультразвуковые и вихретоковые методы дефектоскопии. Наиболее важными параметрами, определяющими эффективность того или иного метода дефектоскопии, является чувствительность и достоверность метода, возможность обнаруживать дефекты без подготовки контролируемой поверхности, трудоемкость и стоимость контроля, его производительность.*

***Неразрушающий контроль, методы дефектоскопии, вихретоковый метод, сельскохозяйственная техника.***

*To detect defects in machine parts and structural elements widely applied ultrasonic and eddy current flaw detection methods. The most important parameters that determine effectiveness of flaw detection method is sensitivity and reliability of method, ability to detect defects without preparation of test surface, labor and cost control, productivity.*

***Non-destructive testing, inspection methods, eddy current method, agricultural machinery.***

УДК 631.55

## **ОСНОВИ ТЕОРІЇ РОЗРАХУНКУ СЕКЦІЙНОГО ТРАНСПОРТЕРУ КОНОПЛЕЖАТКИ**

***В.А. Гридякін, кандидат технічних наук  
Глухівський національний педагогічний університет  
імені Олександра Довженка***

© В.А. Гридякін, 2014

*Проаналізовано процес збору коноплі та наведені особливості розрахунку конструкції секційного транспортеру для виконання даного виду операцій.*

### **Секційний транспортер, коноплежатка, збір коноплі.**

**Постановка проблеми.** Існуюча технологія збирання конопель передбачає скошування і розстил стебел конопель на полі для сушіння або росяній мочки коноплежаткою РК-1,9, підбір зі стрічок розстилання сухих стебел у вигляді соломи або стланцевої трести з одночасною вузький в снопи коноплепідборником ПКВ-1, ручну укладку снопів в стоси, тюковку кип з одночасною обв'язкою їх шпагатом пристосуванням БЕК-55, вантаження і вивезення тюків з поля технічними засобами до місця замочки або скиртування. За рахунок механізації вантажно-розвантажувальних операцій, ця технологія дозволяє скоротити трудовитрати на прибирання конопель. Однак такі операції як укладання снопів в стоси, обв'язка тюків залишаються дуже трудомісткими. Снопових технологія призводить і до значних трудовитрат на пенькозавод. Перевесла снопів в цехах переробки пенькозавод видаляються, а порції вручну укладаються на транспортер сушарки. Крім того, коноплепідбірник на підйомі сланцевої трести конопель має низьку продуктивність через нестійкої роботи в'язального апарата на в'язці трести, тому строки збирання затягуються, це призводить до великих втрат вирощеного врожаю.

**Мета досліджень** – вдосконалення технології збирання конопель, спрямованого на скорочення трудомістких операцій, що виконуються вручну, розробка технології збирання конопель і комплекс машин для її здійснення.

**Аналіз останніх досліджень.** Технологія збирання конопель на зеленець з одночасним приготуванням сланцевої трести передбачає укладання стебел конопель у стрічку, обертання стрічок, формування рулонів із стрічок трести конопель, навантаження їх на транспортні засоби, транспортування на коноплезавод, розвантаження рулонів в скирти для зберігання або в цех для переробки.

Для укладання стебел конопель у стрічку, використовують коноплежатку ЖК-1,9 (рис. 1). Коноплежатка включає: ділильники 1, ріжучий апарат 2, секційний транспортер 3, відокремлювач зілля 4, упорні поверхні 5, стіл голчатого транспортеру 7, підбийку 6, розстилальний апарат 8.

Під час руху коноплежатки полем ділильники 1 поділяють стеблестій на окремі смужки і направляють в транспортувальні струмки секційного транспортеру 3. Паси секційного транспортеру

затискають стебла, які одночасно зрізуються ріжучим апаратом 2 і у вертикальному положенні транспортуються до столу голчатого транспортеру 7. На виході із секційного транспортеру кінцівки стебел на своєму шляху стикаються із упорними поверхнями 5 (Рис.2) і повертаються в пасах секційного транспортеру в напрямку їх руху. Кут нахилу стебел до горизонту, при цьому, наближається до кута нахилу стола голчатого транспортеру, що забезпечує укладку стебел на стіл голчатого транспортеру в стрічку з паралельно орієнтованих стебел.

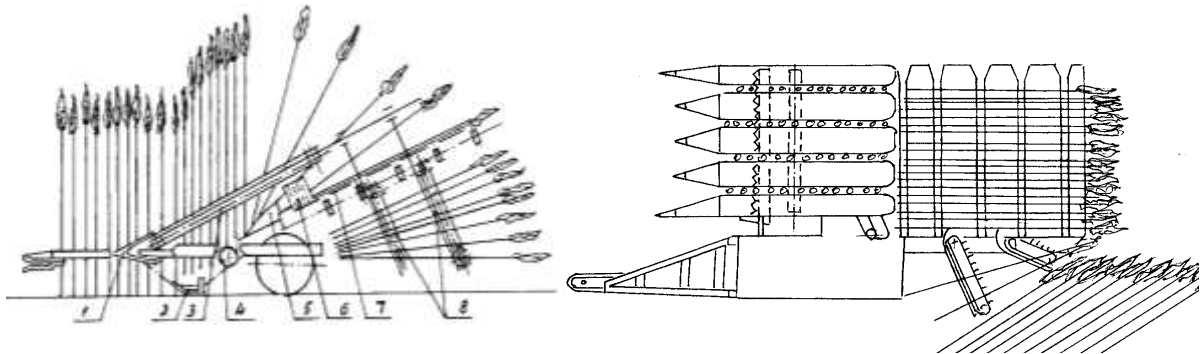


Рис. 1. Технологічна схема коноплежатки.

Голчатий транспортер захоплює і переміщує стебла до розтирального апарату. На шляху руху підбивка 6 вирівнює кінцівки стебел. Розтиральний апарат укладає стебла в стрічку на скошену частину поля під кутом до напрямку руху з розвертанням їх вершинами назад і вправо в сторону нескошеного поля.

Найскладнішим технологічним процесом коноплежатки є транспортування стебел секційним транспортером і укладка їх на стіл голчатого транспортеру в стрічку з паралельно орієнтованих між собою стебел. Хронометражні спостереження показують, що 80% всіх порушень технологічного процесу коноплежатки припадає на секційний транспортер.

Ґрунтовні дослідження секційних транспортерів провів Г.І. Гончаров. Він установив залежність між силою затиску стебел, їх діаметром та шириною пасів.

$$P < d_{cm}(0,014b_n+0,32), \quad (1)$$

де  $d_{cm}$  – діаметр стебел, мм;  $b_n$  – ширина транспортуючих пасів, мм.

Дослідження Г.І. Гончарова секційних транспортерів проведені в 60-х роках минулого століття. Тому актуального значення набуває проведення досліджень з метою підвищення технологічних і експлуатаційних показників роботи секційного транспортеру і жатки в цілому з урахуванням сучасних конструкцій і умов роботи коноплезбиральних машин, фізико-механічних властивостей стебел конопель, запропонованих технологій збирання.

Визначення сил тиску і натягу пасів секційного транспортеру.

Переміщення стебел в секційному транспортері забезпечується надійним затиском їх між пасами. Визначимо сили тиску і натягу пасів в струмках секційного транспортеру.

В секційних транспортерах коноплезбиральних машин застосовують зигзагоподібне розташування натяжних роликів в струмках. Схема струмка секційного транспортера показана на (рис. 2).

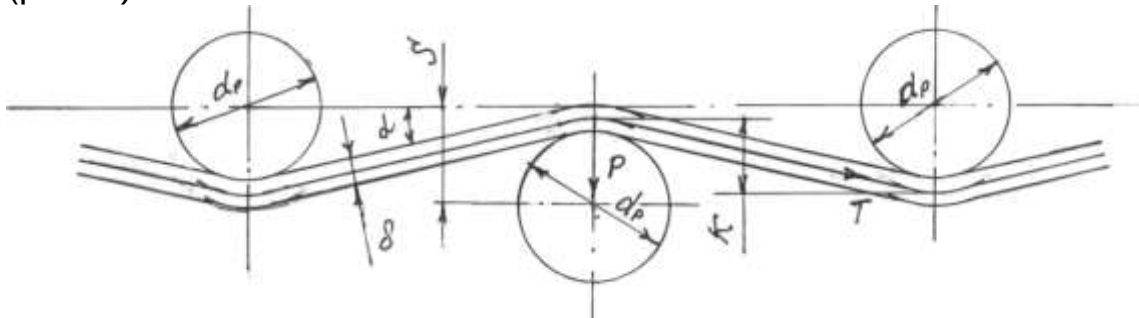


Рис. 2 Розташування натяжних роликів в струмках секційного транспортеру.

Тиск пасів на стебла залежить від конструктивних параметрів струмка секційного транспортера.

Кривизну струмка  $K$  визначимо:

$$K = (d_p + 2\delta - S) \quad (2)$$

де  $d_p$  – діаметр ролика;  $\delta$  – товщина паса;  $S$  – відстань від осі ролика до зовнішньої поверхні паса.

Сили діючі в струмках секційного транспортеру визначимо із співвідношення:

$$\frac{K}{l} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{T} \quad (3)$$

$$P = \frac{K \times T \times \cos \alpha}{l} \quad (4)$$

де  $P$  – сила притискування пасів;  $T$  – сила натягу віток пасів;  $l$  – відстань між осями роликів пасів.

Сила притискування пасів повинна обмежуватись силою плющення стебел, яка визначена експериментально для стебел різного діаметру. Із залежності (4) сила натягу пасів секційного транспортеру не повинна перевищувати:

$$T = \frac{P \times l}{K \times \cos \alpha} \quad (5)$$

Визначення максимального прогину і максимального згинального моменту, що його створює. При проектуванні параметрів секційного транспортеру важливе значення мають максимальний прогин стебел і максимальний згинальний момент,

що його створює. Для визначення максимального прогину стебел і максимального моменту, розглянемо нижню частину стебла, що знаходиться під пасом як консольно защеПЛену балку (рис. 3).

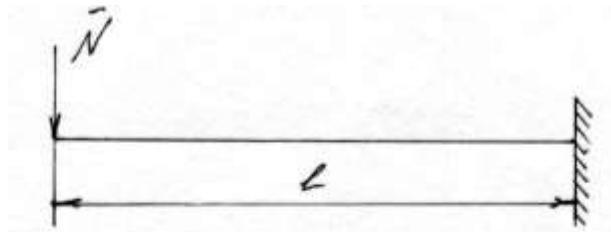


Рис. 3. Навантаження на комлеву частину стебла.

Довжину стебла  $l$  приймаємо із умови висоти захоплення стебла пасами секційного транспортеру над рівнем поверхні землі  $l=500$  мм. Тоді максимальний згинальний момент становить:  $M_{згн} = Nl$ . Із курсу опору матеріалів відомо, що умова міцності на згин має вигляд:

$$\sigma_{max} = \frac{M_z}{W_z} \leq [\sigma],$$

де  $M_z$  – максимальний згинальний момент;  $W_z$  – статичний момент опору поперечного перерізу;  $[\sigma]$  – допустимі згинальні напруження, приймаємо, як для м'яких порід деревини.

Приймаємо, що стебло має трубчатий поперечний переріз:

$$W_z = \frac{\pi d^3}{32} (1 - \alpha^4),$$

де  $d$  – зовнішній діаметр стебла;  $\alpha = \frac{d_{\text{вн}}}{d}$ ;  $d_{\text{вн}}$  – внутрішній діаметр стебла;  $M_z = W_z[\sigma]$ , силу  $N$  визначимо:  $N = \frac{M_z}{l}$ .

Максимальний прогин стебла  $f_{max}$  (рис. 4) визначимо із положень курсу опору матеріалів.

Диференціальне рівняння пружинної лінії стебла:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M_x}{EI_x} = -\frac{Nx}{EI_x}$$

Кут повороту перерізу  $\theta$ :

$$\theta_{(x)} = - \int P x dx = -\frac{Nx^2}{2} + C$$

Прогин поперечного перерізу:

$$y_{(x)} = -\frac{Nx^2 dx}{2EI_x} + Cx + D = -\frac{Nx^3}{6EI_x} + Cx + D;$$

де  $C$  і  $D$  – постійні інтегрування.

Визначимо з початкових умов: при  $x=l$ ;  $y_{(e)} = 0$ ;  $\theta_{(e)} = 0$ .

$$C = \frac{Nl^2}{2EI_x}$$

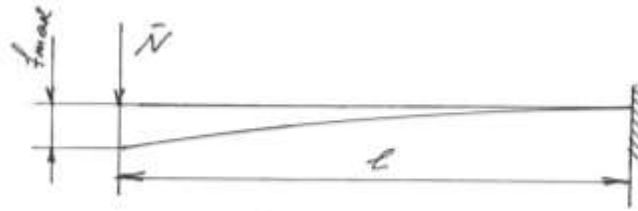


Рис. 4. Прогин стебел.

$$D = \frac{Nl^3}{6EI_x} - \frac{Nl^2}{2EI_x} = -\frac{Nl^2}{3EI_x}; \quad Y_{(x)} = -\frac{Nx^3}{6EI_x} + \frac{Nl^2}{2EI_x}x - \frac{Nl^3}{3EI_x};$$

де  $E$  – модуль пружності першого роду;  $I_x$  – момент інерції поперечного перерізу.

Максимальний прогин стебла при  $x = 0$ :

$$f_{max} = -\frac{Nl^3}{3EI_x};$$

Відгин стебел і моменти при яких вони відбуваються визначені також експериментально. Для стебел довжиною 2000 мм на відстані 500 мм від кінцівки з діаметром  $d$  максимальний прогин становить  $f_{max}$  при дії згинального моменту  $M_{max}$ .

*Теорія транспортування стебел пасами секційного транспортеру.* Вихід довгого волокна при переробці на коноплезаводі трести конопель напряму залежить від розположення стебел у стрічці, яка поступає на переробку. Сама ж стрічка конопель формується коноплежаткою з розтиляльним апаратом і одним з робочих органів від роботи якого залежать якісні параметри стрічки є секційний транспортер.

На секційний транспортер покладаються дві основні функції:

- надійно транспортувати зрізані стебла конопель без порушень технологічного процесу;
- укладання стебел на стіл голчатого транспортеру в стрічку паралельно зорієнтованих між собою стебел.

Хронометражні спостереження за діючими моделями коноплежаток дають можливість зробити наступні висновки: найбільше порушень технологічного процесу роботи секційного транспортеру відбувається при збиранні конопель висотою від 1,8 до 2,5 м (чим більша висота стебел тим більша кількість порушень). Порушення технологічного процесу відбуваються від завалювання стебел в бік протилежний руху машини (в напрямку руху секційного

транспортеру), а також від злому стебел над пасами секційного транспортеру.

Розглянемо рух стебел в секційному транспортері і визначимо зусилля діючі на стебла на особливо небезпечних ділянках руху.

Для проведення теоретичних досліджень приймемо стебла довжиною 2,0 м. Зрізані стебла конопель захоплюються пасами секційного транспортеру у вертикальному положенні на рівні 500-700 мм над рівнем поверхні землі. З урахуванням висоти зрізу (стерні) під пасами знаходиться 500 мм довжини стебла при його довжині 2 м і над пасами 1300 мм. При русі стебел в струмках секційного транспортеру нижня частина стебел на своєму шляху зустрічається з кожухом відокремлювача зілля в точці А (рис. 6).

В результаті чого стебло повинно деформуватися, а потім щоб не було злому мати можливість повертатися в напрямку руху в пасах секційного транспортеру.

Оскільки стебла захоплюються пасами секційного транспортеру у вертикальному положенні, а укладання стебел на стіл голчатого транспортеру в стрічку паралельно орієнтованих між собою стебел можливий при куті нахилу стебел до горизонту при виході із секційного транспортеру, який наближається до кута нахилу стола голчатого транспортеру то поворот стебел можна використати в корисних цілях.

Поворот стебел в пасах секційного транспортеру обмежений в часі і можливий доки кінцівка не підніметься вище центра кожуха відокремлювача зілля (точка В). Проведена дотична до точки В кожуха відокремлювача визначить положення стебла в кінці повороту. Розглянемо умови рівноваги стебла на початку повороту і в кінці повороту.

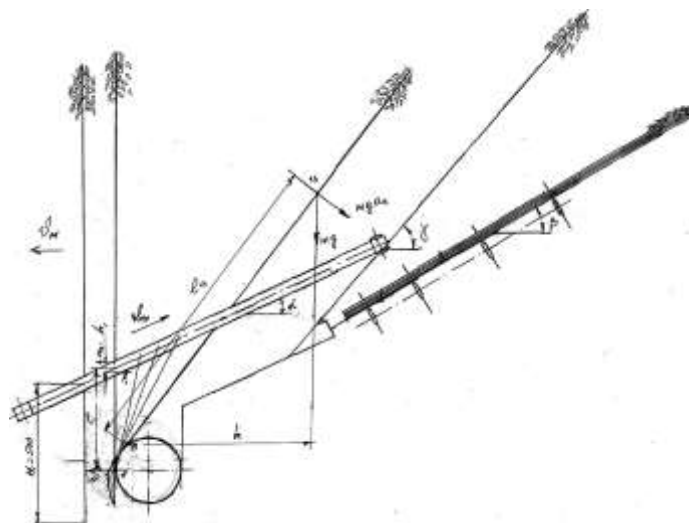


Рис. 5. Схема транспортування стебел секційним транспортером.

Складемо рівняння рівноваги на початку повороту:

$$M_{32} = M_f$$

де  $M_{32}$  – максимальний згинальний момент, який визначено з умови міцності;

$$M_{32} = Nl;$$

де  $M_f$  – момент сил тертя стебел у пасі.

$$M_f = F_1 h$$

де  $F_1$  – сила тертя;  $F_1 = fP$ ;  $f$  – коефіцієнт тертя стебел;  $P$  – сила тиску в струмку пасів;  $h$  – плече пари сил тертя;

$$h = \frac{2b}{3\cos\alpha}$$

де,  $b$  – ширина пасів;  $\alpha$  – кут нахилу струмків секційного транспортеру.

Тоді момент сил тертя:

$$M_f = fP \frac{2b}{3\cos\alpha}$$

Поворот стебел в пасах струмків секційного транспортеру можливий, якщо згинальний момент  $M_{32}$  більший за момент тертя  $M_f$ . Згинальний момент визначений із умови міцності:

$$M_{32} = W_z \times [\sigma]$$

тобто:

$$W_z[\sigma] \geq fP \frac{2b}{3\cos\alpha};$$

В кінці повороту стебла (в положенні 2).

При відхиленні стебла від вертикального положення на верхню (над пасову) частину стебла діють сили, які додатково створюють обертальні моменти. До таких сил належать сила ваги верхньої частини стебла, яка прикладена в точці К центра ваги стебла і сила інерції ваги стебла.

З урахування моментів усіх сил в кінці повороту умова рівноваги має вигляд:

$$fP \frac{2b}{3\cos\alpha} = Nl + mgh + ma_r l_y$$

де  $mg$  – вага верхньої частини стебла;  $h$  – плече сили ваги відносно точки повороту;  $m$  – маса верхньої частини стебла;  $a_r$  – дотичне прискорення центра ваги верхньої частини стебла;  $l_y$  – відстань центра ваги верхньої частини стебла відносно точки повороту В.



З умови рівноваги можна зробити висновок, що в кінці повороту стебла, обертальний момент має більше значення на величину  $mg h + m a_r l_y$  ніж на початку повороту. Тому виникає небезпека завалювання стебел в напрямку їх повороту. Особлива небезпека виникає при транспортуванні довгих стебел в період їх технічної стиглості.

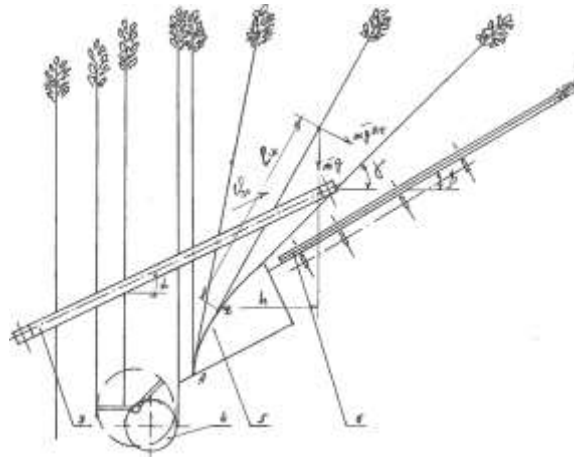


Рис. 6. Схема повороту стебел в струмках секційного транспортеру.

З метою унеможливлення завалювання стебел необхідно їх поворот виконувати на виході із секційного транспортеру, щоб при завершенні повороту стебла виходили із пасів секційного транспортеру і вільно рухались на стіл голчатого транспортеру. Для виконання заданих умов в поперечній площині струмків секційного транспортеру (рис. 6) установлені упорні поверхні 5, причому профіль поверхонь виконаний по евольвенті. Евольвентний профіль і розміри упорних поверхонь підбрані таким чином, що при повороті, кінцівки стебел рухаються тільки в напрямку руху секційного транспортеру не створюючи супротиву руху іншим стеблам і поворот завершується на виході стебел із секційного транспортеру. Кут нахилу стебел до горизонту, при цьому, наближається до кута нахилу стола голчатого транспортеру, що забезпечує укладку стебел на стіл голчатого транспортеру в стрічку з паралельно орієнтованих стебел.

**Висновок.** Розроблені технологічні процеси укладання стебел в стрічки розстилання, огортання стрічок, забезпечують скорочення тривалості процесу приготування трести на 45% порівняно з базовою технологією, а волокно, отримане з трести з оборачиванием стрічок стебел, оцінюється на один сорт вище. Розроблені технічні засоби і пристосування повністю скасовують ручна праця при рулонній технології та скорочують витрати праці на збиранні конопель у 2,7 рази.

### Список літератури

1. Патент 12922 Україна, A01D45/00, A01D45/06. Спосіб перевертання стрічок стебел високостеблевих культур та підбирач-перевертувач для його здійснення. / В.С. Головій, В.О. Гридякін; ІЛК УААН; Заявл. 30.04.1991; Опубл. 28.02.1997, Бюл. №1 – 5 с.
2. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин / ВИСХОМ, Т.5: Проектирование, расчеты, конструкция. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1940. – 646 с.
3. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин [Текст] : в 4-х т./ ред. М.И. Клецкин. Т.3. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1969. – 743 с.
4. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин / ВИСХОМ; общ. ред. В.П. Горячкин. Т. 3: Теория. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1936. – 780 с.

*Проанализирован процесс сбора конопли и приведены особенности расчета конструкции секционного транспортера для выполнения данного вида операций.*

***Секционный транспортер, коноплежатка, сбор конопли.***

*Analyzed process of collecting and hemp are features of structure analysis sectional conveyor to perform this type of operations.*

***Sectional conveyor, hemp reaper, harvesting hemp.***

УДК 631.316

### **ФІЗИЧНА ПРИРОДА ВИНИКНЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ КОЛИВАНЬ ПРИ РОБОТІ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП З ПРУЖНОЮ ПІДВІСКОЮ**

***Ю.О. Гуменюк, кандидат технічних наук***

*У роботі з'ясований фізичний механізм виникнення резонансів у системі «вібраційна розпушувальна лапа - ґрунт» та проведено розрахунок раціональних параметрів взаємодії робочих органів з ґрунтом з урахуванням суттєвої нелінійності лапи і ґрунту як пружно-в'язко-пластичного середовища.*

***Резонанс, розпушування, вібрація, лапа культиватора, ґрунт.***

**Постановка проблеми.** Питання щодо обґрунтування раціональних параметрів ґрунтообробних робочих органів вібраційного типу пов'язане з необхідністю аналізу їх поведінки від

© Ю.О. Гуменюк, 2014