

Коэффициент  $\lambda$  учитывает, какую часть радиуса кривизны составляет расстояние от точки контакта до точки D пересечения радиусов.

Уравнение эволюты можно получить с помощью основного уравнения зацепления, если известен профиль зуба инструментальной рейки, и, наоборот, уравнение боковой поверхности зуба инструментальной рейки можно получить из уравнения эволюты.

Полученные уравнения позволяют получить профиль зуба инструмента для изготовления зубчатых колес методом копирования.

Все построения рассмотрены для одной зоны, например, заплоской, а построения второй зоны зацепления выполняются симметрично относительно

полюса передачи. Аналогичные построения возможны и в случае применения нового зацепления для цепных и цевочных передач [3, 4].

### Выводы

1. В работе записаны уравнения для поверхностей, описывающих режущие кромки инструмента для изготовления зубчатых колес методом обката, и линии зацепления, названной эволютой.
2. Предложенное новое зацепление обеспечивает выпукло-вогнутый контакт в зацеплении.
3. Выпукло-вогнутый контакт в зацеплении повышает прочность и долговечность зубчатой передачи.

### Литература

1. Литвин Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений. / Ф.Л. Литвин – М.: Наука. – 1968. – 584с.
2. Павлов А.И. Современная теория зубчатых зацеплений. / А.И.Павлов –Харьков: ХНАДУ, 2005. – 100 с.
3. Павлов А.И., Построение рабочей поверхности зубьев звездочки цепной передачи. / А.И. Павлов, С.В. Андриенко // Вестник Харьковского национального университета «ХПИ». – Вып.8, т. 3. –Харьков. – 2003. – С. 43-46.
4. Павлов А.И., Чайка Э.Г. Исследование приведенного радиуса кривизны в нормальном сечении зацепления с выпукло-вогнутым вогнутым контактом обкатной косозубой цилиндрической зубчатой передачи с помощью программного комплекса Vissim./ А.И. Павлов А.И., Э.Г. Чайка. // Зб. Наукових праць “Геометричне та комп’ютерне моделювання”, вип. 2. –Харків. – 2002. – С.108-111.

*Дана загальна характеристика торсіонно-ударного розпушувача ґрунту. Наведено результати проведених виробничих досліджень. Визначено основні показники економічної ефективності використання торсіонно-ударного розпушувача ґрунту*

*Ключові слова: розпушувач, використання, економічна ефективність, ґрунт*

*Дана общая характеристика торсионно-ударного рыхлителя почвы. Представлены результаты проведенных производственных исследований. Определены основные показатели экономической эффективности использования торсионно-ударного рыхлителя почвы*

*Ключевые слова: рыхлитель, использование, экономическая эффективность, почва*

*The general feature of torsion- percussive ripper of the soil is given. The results of the conducted production tests are shown. The basic indexes of economic efficiency using the torsion- percussive ripper of the soil are defined*

*Keywords: ripper, using, economic efficiency, soil*

УДК 330.131.52

## ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТОРСІОННО- УДАРНОГО РОЗПУШУВАЧА ҐРУНТУ

**С. В. Ляшенко**

Асистент, аспірант

Полтавська державна аграрна академія  
вул. Сквороди, 1/3, м. Полтава, Україна, 36003  
Контактний т.л.: (0532) 22-29-81

### 1. Вступ

Експлуатаційні випробування торсіонно-ударного розпушувача ґрунту дали змогу об'єктивно оцінити у

2010 р., якість виконання технологічної операції основного безвідвального обробітку ґрунту. Одним із актуальних питань є визначення техніко-економічної ефективності використання ґрунтообробного знаряддя.

## 2. Постановка задачі

З метою визначення техніко-економічної ефективності використання торсіонно-ударного розпушувача ґрунту необхідно провести його експлуатаційні випробування та розрахувати економічний ефект, що отримаємо в результаті використання вищезгаданого ґрунтообробного агрегату.

## 3. Аналіз останніх досліджень і публікацій за даним питанням

У вирішенні поставленої задачі важливим значенням є реалізація питання визначення виробітку машино-тракторного агрегату за годину основного часу роботи та витрата пального за зміну, а також розрахунок річного економічного ефекту використання торсіонно-ударного розпушувача ґрунту.

У літературі [1, 2] автори приводять рекомендації щодо визначення показників техніко-економічної ефективності, але загальної методики з даного питання допоки що не існує.

## 4. Результати досліджень

Виробничі дослідження машино-тракторного агрегату у складі МТЗ – 80+Торсіонно-ударний розпушувач ґрунту проводилися нами з 2010 р., на полях ТОВ "Агрофірма ім. Довженка" Шишацького району Полтавської області при основному безвідвальному обробітку ґрунту на глибину 20 см, площею 198 гектарів. Агрофізичні властивості ґрунту знаходилися в межах рекомендованих для проведення технологічного процесу. Агрофізичний фон – пар насичений бур'янами (рис. 1).



Рис. 1. Робота торсіонно-ударного ґрунтообробного агрегату по пару

У процесі виконання технологічної операції безвідвального основного обробітку ґрунту в першу зміну торсіонно-ударний розпушувач ґрунту працював із жорстко закріпленими ножами на рамі, а у другу зміну різальні ножі мали можливість виконувати обмежені коливальні рухи (в крайніх положеннях з ударом) у вертикальній площині. Наступного дня черговість встановлення жорстко закріплених ножів та коли-

вальних змінювалася. У ході виробничих досліджень здійснювався хронометраж робочого часу та часу на технологічні зупинки машино-тракторного агрегату, які, в основному були пов'язані із забиванням ножів рослинними рештками та бур'янами, (переважно за умови жорстко закріплених ножів). Крім того вимірювали витрату палива імпульсним двопоршневим витратоміром палива ДРТ-ЛСХИ.

Виробіток за годину основного часу роботи торсіонно-ударного розпушувача ґрунту розраховували за формулою:

$$W = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p \tag{1}$$

де:  $B_p$  – робоча ширина захвату агрегату,  $B_p = 2,2$  м;  
 $V_p$  – робоча швидкість руху,  $V_p = 7,5$  км/год.  
 $W = 0,1 \cdot 2,2 \cdot 7,5 = 1,65$  га/год.

Норму виробітку на механізовані польові роботи визначали за формулою:

$$H_b = \frac{T_{зм} - (T_{п.з} + T_{від} + T_{ос.п} + T_{обс})}{60 \cdot (1 + \gamma_{пов} + \gamma_{пер} + \gamma_{доп.р})} \cdot W, \tag{2}$$

де:  $T_{зм}$  – тривалість зміни,  $T_{зм} = 420$  хв.;  
 $T_{п.з}$  – тривалість підготовчо-заклучних робіт,  $T_{п.з} = 40$  хв.;

$T_{від}$  – норматив на тривалість відпочинку впродовж зміни,  $T_{від} = 25$  хв.;

$T_{ос.п}$  – час на особисті потреби,  $T_{ос.п} = 10$  хв.;

$T_{обс}$  – час обслуговування агрегату впродовж зміни,  $T_{обс} = 20$  хв.;

$\gamma_{пов} + \gamma_{пер} + \gamma_{доп.р}$  – коефіцієнт, відповідно поворотів, переїздів та інших допоміжних робіт,  $\gamma_{пов} + \gamma_{пер} + \gamma_{доп.р} = 0,2$  год.;

$B_p = 2,2$  м., (конструкційні параметри);

$V_p = 7,5$  км/год., (рекомендована за експлуатаційними показниками).

Норму виробітку на основний безвідвальний обробіток ґрунту торсіонно-ударним розпушувачем становитиме:

$$H_b = \frac{420 - (40 + 25 + 10 + 27)}{60 \cdot (1 + 0,2)} \cdot 1,65 = 7,29 \text{ га.}$$

Витрату пального за зміну розраховуємо за формулою:

$$Q = \frac{q_x \cdot T_x + q_p \cdot T}{60}, \tag{3}$$

де:  $q_x$  – витрата пального при роботі двигуна в режимі холостого ходу,  $q_x = 3,61$  кг/год., (паспортні дані двигуна);

$q_p$  – витрата пального при роботі двигуна в режимі навантаження,  $q_p = 14,80$  кг/год. (за даними вимірювань імпульсного поршневого витратоміра палива ДРТ-ЛСХИ);

$T_x$  – тривалість часу зупинок,

$T_x = 40 + 25 + 10 + 27 = 102$  хв.;

$T$  – тривалість робочого часу,

$T = T_p - T_x = 420 - 102 = 318$  хв.

$$Q = \frac{3,61 \cdot 102 + 14,8 \cdot 318}{60} = 84,58 \text{ кг.}$$

Оскільки результати експериментальних досліджень підтвердили, що основною перевагою запропонованого торсійно-ударного розпушувача ґрунту є можливість зменшення тягового опору за рахунок використання активних ножів, що, в свою чергу, безпосередньо пов'язано з економією палива, то річний економічний ефект від впровадження й використання нових засобів праці довгострокового використання з поліпшеними характеристиками розраховуємо за формулою:

$$E = \left[ \frac{(C_6 + E_n \cdot K_6) \cdot V_n / V_6 \cdot (P_6 + E_6) / (P_n + E_n) + (I_{61} - I_{n1})}{E_n \cdot (K_{n1} - K_{61}) / (P_n + E_n) - (C_n + E_n \cdot K_n)} \right] \cdot A_n, \quad (5)$$

де:  $C_6, C_n$  – собівартість одиниці базового (з жорстко закріпленими ножами) та нового засобу праці (торсійно-ударними ножами),

$C_6 = 9846$ грн,  $C_n = 12739$ грн;

$K_6, K_n$  – питомі капіталовкладення в базовому та новому варіанті, грн.;

$V_n / V_6$  – коефіцієнт, що враховує збільшення продуктивності одиниці нового засобу праці в порівнянні з базовим,

$V_n / V_6 = 1,64$ ;  $V_n, V_6$  – річні обсяги продуктивності, що виробляються на використанні одиниці базового та нового засобу праці,

$V_n = 10,51$ га / зм,  $V_6 = 6,39$ га / зм;  $(P_6 + E_6) / (P_n + E_n)$  – коефіцієнт, що враховує зміну терміну служби нового засобу праці в порівнянні з базовим,

$(P_6 + E_6) / (P_n + E_n) = 1$ ;  $P_6, P_n$  – частки відрахувань від балансової вартості на повне відновлення базового та нового засобів праці. Розраховують як величини, що є оберненими термінам служби засобів праці, які, в свою чергу, визначаються з урахуванням їх морального зносу;

$((I_{61} - I_{n1}) - E_n \cdot (K_{n1} - K_{61}) / (P_n + E_n))$  – економія споживача на експлуатаційних затратах та відрахуваннях від супутніх капіталовкладень за весь термін роботи нового засобу праці в порівнянні з базовим, приймаємо 1722 грн.;

$I_{61}, I_{n1}$  – річні експлуатаційні витрати в розрахунок на обсяг роботи, що виконується за допомогою нового засобу праці;

$K_{n1}, K_{61}$  – супутні капіталовкладення при використанні базового та нового засобів праці в розрахунок на обсяг продукції, що виробляється за допомогою нового засобу праці, грн.;

$A_n$  – річний обсяг виробництва нових засобів праці в розрахунковому році, в натуральних одиницях;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень,

$E_n = 0,15$  у галузі сільськогосподарського машинобудування.

Отже, виконавши підстановку значень у рівняння 5, отримаємо значення економічної ефективності від застосування торсійно-ударного розпушувача ґрунту з використанням активних ножів в якості робочих органів, що прогнозується при використанні одного запропонованого агрегату на площі 198 га:

$$E = [(9846 + 0,15 \cdot 9846) \cdot 1,64 \cdot 1 + (1722 - (12739 + 12739 \cdot 0,15))] \cdot 1 = 5641,71 \text{ грн}$$

Результати, отримані в ході виробничих випробувань і підраховані техніко-економічні показники за

приведеними вище формулами, зводимо у загальну табл. 1 “Техніко-економічна ефективність використання торсійно-ударного розпушувача ґрунту на основному безвідвальному обробітку”.

**Таблиця 1**

Техніко-економічні показники використання торсійно-ударного розпушувача ґрунту

Показник	Базовий розпушувач ґрунту з жорстко закріпленими ножами	Новий торсійно-ударний розпушувач ґрунту з активними ножами
Вартість виготовлення, грн.	9846	12739
Ширина захвату, м	2,2	2,2
Експлуатаційна продуктивність за зміну, га/зм.	6,39	10,51
Експлуатаційна витрата палива, кг/га.	4,0	3,3
Приріст продуктивності від застосування запропонованого ґрунтообробного агрегату, грн./зм.	-	1,64
Вартість 1 га основного обробітку, грн.	75	75
Вартість приросту виконання робіт, грн./зм.	-	532
Вартість додаткових капіталовкладень на конструкцію агрегату, грн.	-	3985
Термін окупності запропонованого нового ґрунтообробного знаряддя, років	-	0,71
Продуктивність нормативна, га/год.	1,00	1,65
Економічна ефективність, використання одного агрегату, грн.	-	5641,71

## 5. Висновки

Отримані дані в ході виробничих досліджень дали змогу зробити наступні висновки:

1. Виробничі дослідження підтвердили високу експлуатаційну ефективність роботи торсійно-ударного розпушувача ґрунту. Економічна ефективність від використання нового ґрунтообробного агрегату в складі трактора МТЗ-80 на площі 198 га склала 5641,71 грн., що становить у середньому 28,49 грн/га обробленого поля за рахунок зменшення тягового опору (внаслідок використання віброударної дії на ґрунт), технологічних простоїв на очищення робочих органів від ґрунту та рослин (використання коливальних робочих органів створює ефект самоочищення) й, відповідно, збільшення продуктивності праці та економії пального.

2. Економія витрати палива в ході виробничих досліджень становила в середньому 0,707 кг/га, що в пере-

рахунку на оброблену ділянку 198 га становить 140 кілограмів. При вартості дизельного палива 8грн. 50 коп. сумарна економія коштів на паливі склала 1190 грн.

3. Термін окупності додаткових витрат на запропоновану конструкцію торсіонно-ударного розпушувача ґрунту становитиме 0,71 року.

Література

1. Мазнєв Г.Е. Економічне обґрунтування інженерних рішень в сфері АПК. / Навч. посібник / Мазнєв Г.Е., Турченко М.М., Щетиніна М.Д. – Харків: ХДТУСГ, 2001. – 401 с.
2. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрат палива на основний обробіток ґрунту. Кн. 2 / За ред. В.В. Вітвіцького. – К.: ТОВ Комплекс Віта. – 1997. – 274 с.

□ □

*Розроблено та застосовано метод послідовних наближень. Розглядається рішення нелінійних задач для пружних стержневих конструкцій на основі даного методу. Досліджено виникаюче при цьому явище гістерезису*

**Ключові слова:** *стержнева конструкція, процес навантаження, гістерезис*

□ — □

*Разработан и применен метод последовательных приближений. Рассматривается решение нелинейных задач для упругих стержневых конструкций на основе данного метода. Исследовано возникающее при этом явление гистерезиса*

**Ключевые слова:** *стержневая конструкция, процесс нагрузки, гистерезис*

□ — □

*The method of successive approximations is developed and applied. The solution of nonlinear problems for elastic beam structures based on this method is considered. The hysteresis phenomenon is investigated*

**Keywords:** *beam structure, loading process, hysteresis*

□ □

УДК 531

# ЯВЛЕНИЕ ГИСТЕРЕЗИСА ПРИ РЕШЕНИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ УПРУГИХ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**А.Д. Шамровский**  
 Доктор технических наук, профессор, профессор\*  
 E-mail: adshamr@rambler.ru

**Т.А. Миняйло**  
 Аспирант\*  
 \*Кафедра программного обеспечения автоматизированных систем  
 Запорожская государственная инженерная академия  
 пр. Ленина, 226, г. Запорожье, Украина, 69006  
 Контактный тел.: (061) 223-82-16  
 E-mail: minyajlo\_tanja@ukr.net

**1. Введение**

На основе работы [1] представлен усовершенствованный метод последовательных перемещений для расчета стержневых систем с целью уменьшения количества итераций и сокращения времени расчета конструкций, а также улучшения надежности алгоритма вычислений.

Возможности этого метода приводят к выявлению ряда принципиально нелинейных эффектов, связанных, в первую очередь, с явлениями потери устойчивости системы.

В работе изучаются процессы нагружения и разгрузки систем, приводящих к явлению гистерезиса.

**2.Метод последовательных приближений**

Рассмотрим одноярусную стержневую систему, состоящую из n стержней, изображенную на рис. 1.

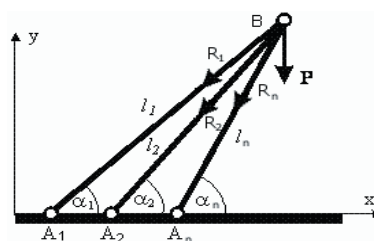


Рис. 1. Система из n стержней