

УДК 631.358

## ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ПАРАМЕТРІВ КОПАЧА ЦИБУЛЕВИХ КУЛЬТУР

Теслюк Г.В., к.т.н.,

Волик Б.А., к.т.н.,

*Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет*

Чижиков І.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

(0619)42-13-83

**Анотація** – у роботі наведені основні положення аналітичної моделі взаємодії V-подібного копача з ґрунтом, обґрунтовані його основні конструктивні та кінематичні параметри. Представлені результати польових досліджень.

**Ключові слова** – цибулеві культури, V-подібний копач, вібрація.

*Постановка проблеми.* Технологія вирощування цибулевих культур в основному відпрацьована і розрахована на застосування ручної праці практично на всіх операціях, за винятком передпосівного обробітку ґрунту. Складність у впровадженні засобів механізації полягає в тому, що культури досить чутливі до механічних пошкоджень. Навіть мінімально травмовані цибулини не підлягають зберіганню і тому їх одразу маринують або використовують на виготовлення кетчупів та інших приправ.

Збирання в основному виконують вручну з використанням найпростіших підкопуючих скоб. Окремі варіанти збиральних комбайнів не знайшли масового використання через те, що в процесі підкопування цибулина втрачає зовнішню захисну кожицю. Тому існує проблема створення спеціального копача, який в процесі роботи мав би мінімальний контакт з цибулиною.

*Аналіз останніх досліджень.* Протягом 2008–2014 років кафедрою сільськогосподарських машин ДДАЕУ досліджувався зразок вібраційного V- подібного копача [2]. Передбачалось, що копач буде використовуватись з мотоблоком на збиранні столових коренеплодів і для обробітку ґрунту на невеликих ділянках. Але це не виключало його використання на підкопуванні цибулевих культур.

Знаряддя (рис.1) складається з трапецевидного леміша і двох стояків, які зорієнтовано таким чином, що їхні поверхні утворюють між собою кути атаки леміша  $\alpha$ , сходження  $2\gamma$ , розвалу  $\beta$  і різання  $\delta$  стояків.

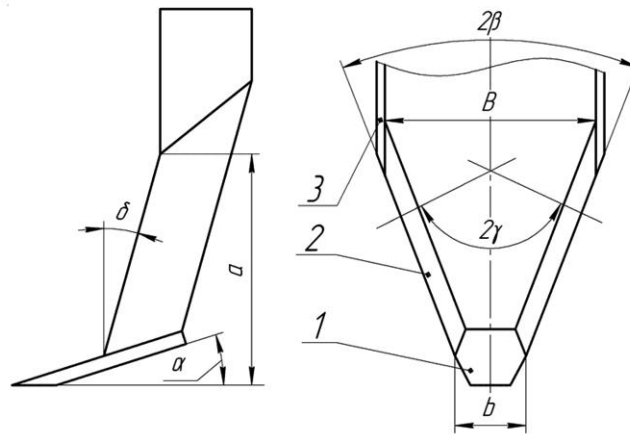


Рис. 1. Розрахункова схема V-подібного знаряддя:  
1 – леміш; 2 – боковий стояк; 3 – несучий стояк

Технологічний процес підкопування виглядає так. Леміш рухається по осі рядка на глибині, що перевищує глибину розташування насаджень на 1...2 см і підрізає шар ґрунту. Ґрунт разом із коренем (або цибулиною) рухається по поверхні леміша і потрапляє у міжстояковий простір, де інтенсивно розпушується та обжимається. Далі, шар ґрунту сходить з поверхні леміша і вкладається на дно борозни. При цьому він перегинається. Інтенсивне розпушення та перегин призводять до того, що структуровані агрегати перерозподіляються за профілем наступним чином: дрібні частки просипаються у нижні шари, більш крупні – виносяться на поверхню. У випадку, якщо коренеплід (цибулина) перебільшує за розмірами утворені структуровані агрегати, він виноситься на поверхню, де його підбирають підбирачем. З цього витікає, що копач повинен перш за все розпушувати ґрунт на агрегати, розміри яких наперед обумовлені розмірами культури, що підкопується.

*Формулювання цілей статті* – інтенсифікувати винесення на денну поверхню цибулевих культур шляхом обґрунтування раціональних конструктивних і кінематичних параметрів копача.

*Основна частина.* У ході лабораторних та польових досліджень нами були відпрацьовані конструктивні параметри V-подібного робочого органу:

- ширина захвату на рівні денної поверхні,  $B = 250$  мм;
- ширина захвату на рівні нижнього обрізу,  $b = 100$  мм;
- кут атаки леміша,  $\alpha = 15^\circ$ ;
- кут розвалу стояків,  $\beta = 30^\circ$ ;
- кут сходження стояків,  $\gamma = 60^\circ$ ;
- кут нахилу стояків до дна борозни,  $\delta = 10^\circ$ .

У ході досліджень було також встановлено, що підведення до копача коливань інтенсифікує процес розшарування ґрунту і, як

наслідок, винесення цибулин на денну поверхню, що знаходить підтвердження в роботах В.М. Булгакова [1] і І.В. Головача [4].

Враховуючи попередні дослідження [2,3], нами була розроблена аналітична модель взаємодії робочого органу з оброблюваним середовищем. Конструктивна схема представлена на рис.2, розрахункова – на рис.3.

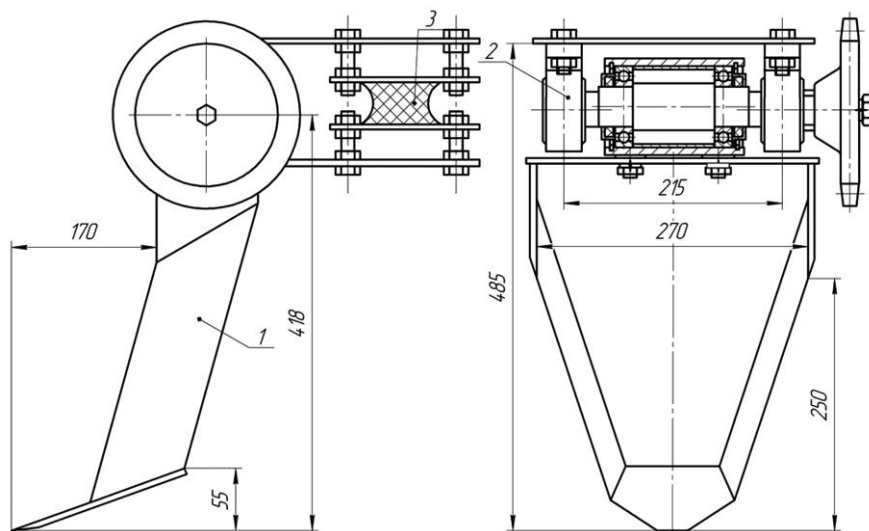


Рис. 2. Конструктивна схема дослідного зразка копача столових коренеплідів: 1 – корпус; 2 – ексцентриковий механізм; 3 – пружний елемент.

Прийнята нами робоча гіпотеза базується на тому, що коренеплід спливає у розпушеному вібраційному середовищі за умови, що утворювані грудки повинні за розмірами бути меншими за коренеплід. Розпушення (діаметр грудок) визначається величиною створюваного копачем силового поля. Тому, тяговий опір та його складові є важливим елементом математичної моделі копача.

Доведені до робочого органу сили визначають якість розпушення ґрунту. В нашому випадку – це середній приведений діаметр утворюваних грудок, який визначається за методикою А.М. Панченко [6].

У відповідності до методики питомий коефіцієнт опору різанню

$$K_p = \frac{P}{b \cdot a} \quad (1)$$

Сила, що діє на корпус у повздовжно-вертикальній площині має наступні складові (рис.3):

- $F_{СК(Г)}$  – горизонтальна складова опору відколу ґрунту;
- $F_{ЗАТ}$  – додатковий опір від затуплення леза леміша;
- $P_E$  – горизонтальна складова сили тиску призми ґрунту на долото;

- $F_{TP(I)}$  – горизонтальна складова сили тертя ґрунту по долоту;
- $F_C$  – горизонтальна складова сили тиску та тертя на бокові стояки;
- $F_V$  – швидкісна складова опору за теорією Ю.А.Ветрова.

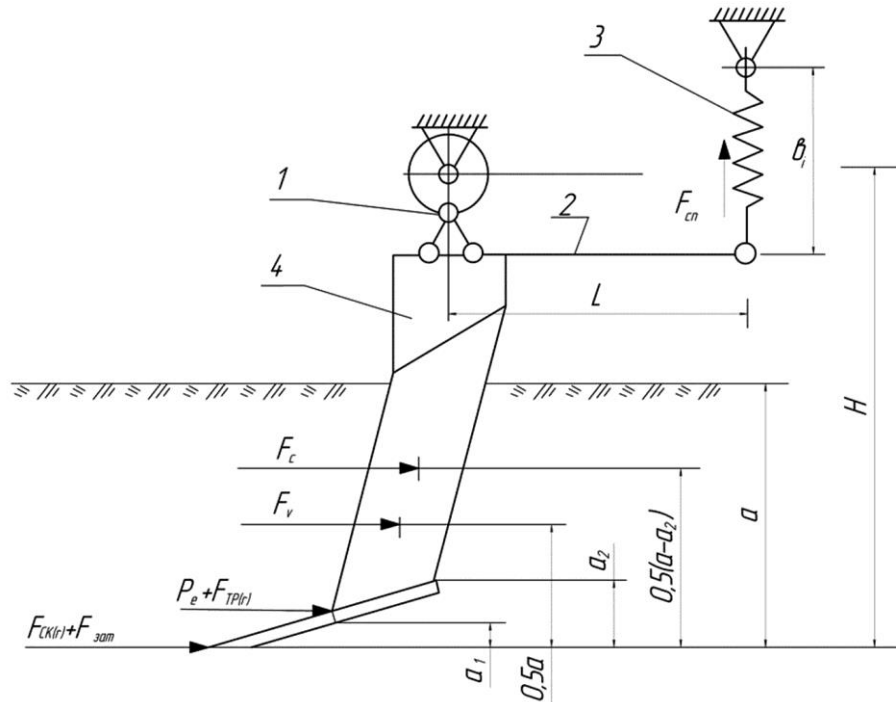


Рис. 3. Схема діючих сил у повздовжньо вертикальній площині:

Методика визначення складових діючих сил детально наведена в [3]. За об'ємом матеріалу вона перевищує норми, відведені для публікації. Тому в даній роботі наводимо лише результати розрахунків.

Для приведеної ширини захвату копача 0,19 м і глибини підкопування 0,12 м початковий наведений розмір структурованого агрегату

$$D_{K50H} = \frac{\sqrt[3]{L \cdot b \cdot a}}{I_0} = \frac{\sqrt[3]{1 \cdot 0,19 \cdot 0,12}}{1} = 0,248 \text{ м}, \quad (2)$$

де  $L = 1$  – емпіричний коефіцієнт для даного типу знаряддя;

$I_0 = 1$  – початкова ступінь подрібнення ґрунту.

Внутрішня напруга структурованого агрегату для ґрунтових умов Гуляйпільського району Запорізької області (місце проведення основних польових досліджень) становить  $G = 1200 \text{ кН/м}^2$ , модуль пружності  $E = 34000 \text{ кН/м}^2$

Ступінь подрібнення дорівнює

$$i = \frac{1}{I_0} \cdot \left[ \frac{2 \cdot K_p \cdot E}{G^2} + 1 \right]. \quad (3)$$

Прогнозований кінцевий розмір структурованого агрегату

$$D_{CP} = \frac{D_{K50H}}{2 \cdot i} \quad (4)$$

За наведеною методикою нами були виконані розрахунки, результати яких представлені у таблиці 1. При цьому, значення питомого зчеплення часток  $C_{пит}$  обрано таким, що відповідає значенням у польовому експерименті, який було проведено при таких вхідних параметрах:  $b = 0,27$  м,  $a = 0,15$  м,  $\gamma = 1,3$  г/см<sup>3</sup>,  $\delta = 0,005$  м,  $\theta = 10^0$ ,  $\varphi_1 = 22^0$ ,  $\varphi_2 = 30^0$ ,  $b = 0,190$  м,  $a = 0,12$  м.

Таблиця 1. Результати розрахунків складових тягового опору

$C_{пит}$	V, м/с	$(F_{СК(Г)} + F_{ЗАГ})$ , кН	$P_E$ , кН	$F_{ТР(Г)}$ , кН	$F_C$ , кН	$F_V$ , кН	P, кН	$K_P$ , кН/м <sup>2</sup>	i	$D_{CP}$ , мм
0,54	0,55	0,245	0,012	0,105	0,210	0,018	0,590	25,88	2,21	56
	1,12	0,311	0,012	0,105	0,210	0,070	0,708	31,49	2,48	50
	1,66	0,425	0,012	0,105	0,210	0,157	0,909	39,86	2,87	43
1,18	0,61	0,462	0,012	0,105	0,210	0,018	0,807	35,39	2,66	46
	1,64	0,530	0,012	0,105	0,210	0,070	0,927	40,65	2,91	43
	1,88	0,644	0,012	0,105	0,210	0,157	1,128	49,47	3,33	37
1,94	0,63	0,682	0,012	0,105	0,210	0,018	1,027	45,04	3,12	40
	1,46	0,750	0,012	0,105	0,210	0,070	1,147	50,31	3,36	37
	1,92	0,864	0,012	0,105	0,210	0,157	1,348	59,12	3,78	33

Аналіз даних табл.1 показує, що середній приведений розрахунковий діаметр утворюваних агрегатів знаходиться на рівні або трохи менше діаметра цибулин. Але, це розрахунково отримані дані. Наступним етапом, нами шляхом польових експериментів проведена перевірка відповідності розрахункових даних реальному стану.

Основні дослідження були виконані на дослідному полі ДП «Гуляйпільський механічний завод» ПАТ «Мотор-Січ». У ході експерименту були обрані 3 ділянки з відмінними значеннями питомого зчеплення часток ґрунту. Інші механіко-технологічні показники вважали однаковими, бо різниця між ними була в межах точності виконання замірів (3 – 5%).

У ході експерименту замірювався тяговий опір і шляхом просіювання на решетах решітного класифікатора визначався середній приведений діаметр агрегатів.

Результати замірів представлені в табл. 2, на рис.4 – робочий момент експерименту.

Аналіз даних табл. 1 та 2 не показує суттєвої різниці у визначенні приведенного діаметру утворюваних агрегатів. Таким чином, основна умова підкопування та винесення на денну поверхню цибулевих культур виконується.



Рис. 4. Робочий момент експериментальних досліджень на підкопуванні часника – визначення дросель-витратоміром потужності на привід ексцентрикового механізму.

Таблиця 2. Результати практичного визначення показників роботи копача при вхідних параметрах  $b = 0,27$  м,  $a = 0,15$  м,  $\gamma = 1,3$  г/см<sup>3</sup>,  $\delta = 0,005$  м,  $\theta = 10^0$ ,  $\varphi_1 = 22^0$ ,  $\varphi_2 = 30^0$ ,  $b = 0,190$  м,  $a = 0,12$  м.

$S_{пит}$	$V$ , м/с	$P$ , кН	$K_p$ , кН/м <sup>2</sup>	$i$	$D_{CP}$ , мм	
					Розраховане	Заміряне
0,54	0,55	0,710	31,14	2,56	48	45
	1,12	0,875	38,38	2,92	42	40
	1,66	1,021	44,78	3,24	38	40
1,18	0,61	0,985	43,20	3,16	39	40
	1,64	1,122	49,21	3,46	36	35
	1,88	1,387	60,83	4,04	31	30
1,94	0,63	1,253	54,96	3,75	33	30
	1,46	1,434	62,89	4,14	30	25
	1,92	1,672	73,33	4,67	27	25

*Висновки.* Аналіз отриманих даних показує, що практично визначений тяговий опір агрегату на 15 – 20% перевищує розрахунковий. На наш погляд, це пов'язано з окремими припущеннями, прийнятими в математичній моделі. Тому, реально заміряний діаметр ґрунтових агрегатів на 5 – 6 % менше розрахункового. Експериментальними дослідженнями підтверджена можливість використання розробленої конструкції копача на підкопуванні цибулевих культур.

Наступний етап досліджень – визначення якісних показників підкопування, таких як повнота підкопування і травмованість цибулин.

Література.

1. *Булгаков В.М.* Про вимушені поперечні коливання тіла коренеплоду при вібраційному підкопуванні / *В.М.Булгаков, І.В.Головач, Д.Г.Войтюк* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2004. – Вип.18. – С.8-24.

2. *Волик Б.А.* Комбіноване ґрунтообробно-підкопуюче знаряддя для присадибних ділянок / *Б.А.Волик, О.С.Гаврильченко, С.М.Друздь* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Вип. 75.- Том 1. «Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків, 2008. – С.142-148.

3. *Волик Б.А.* Розрахункова модель активного віброкопача столових коренеплодів / *Б.А.Волик, В.В.Конащук, С.М.Друздь* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К.-2010. – Вип..144, ч.2. – с.210-217.

4. *Головач І.В.* Теорія безпосереднього вилучення коренеплоду з ґрунту при вібраційному підкопуванні / *І.В.Головач* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П.Василенка : збірник наукових праць. – Харків : ХНТУСГ. 2006. – Вип.44. – т.2. – С.77 -100

5. *Гридасов В.І.* Розробка робочого органу для викопування коренеплодів моркви : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук / *В.І.Гридасов* . - ХДТУСГ – Харків, 1996. – 26с.

6. *Панченко А. Н.* Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / *А. Н. Панченко*.- Днепропетровск: ДГАУ, 1999. – 140 с.

## **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ПАРАМЕТРОВ КОПАТЕЛЯ ЛУКОВИЧНЫХ КУЛЬТУР**

Г.В. Теслюк, Б.А. Волик

Днепропетровский аграрно-технологический университет

И.А. Чижиков

Таврический государственный агротехнологический университет

**Аннотация.** В работе приведены основные положения аналитической модели взаимодействия V-образного копателя с почвой, обоснованы его основные конструктивные и кинематические параметры. Представлены результаты полевых исследований.

**Ключевые слова:** луковичные культуры, V-образный копатель, вибрация

# **JUSTIFICATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS AND PARAMETERS OF ONIONS DIGGER**

G. Teslyuk, B. Volyk

Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University

I. Chizhykov

Tavria State Agrotechnological University

## **Summary**

**The paper describes the main provisions of the analytical model of a V-digger and soil interaction. It contains justification of the main structural and kinematic parameters of the digger and presents the results of the field studies. The main advantage of the digger design is that the onions are lifted without any direct contact with the surfaces of the implement. As a result, it reduces injury.**

**Key words: onions, V-digger, vibration**