

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНІ ПОДРІБНЕННЯ ГРУНТУ СКОБОЮ  
ПЕРЕД САДІННЯМ ВИНОГРАДНИКІВ І ШКІЛКИ**

Ю.С. Цуканов, канд.. техн.. наук, професор, І.В. Горбунко, інженер,  
І.П. Власюк, магістр, Р.С. Ригалов  
Одеський державний аграрний університет

*Приведена методика розрахунку ступені подрібнення ґрунту скобою  
перед садінням виноградників або шкільки.*

**ВСТУП**

Традиційне внесення добрив з суцільною плантажною оранкою ґрунту при його підготовці до садіння виноградників дуже енергійна містка. Її можливо замінити суцільною оранкою на 0,15...0,20 метра для заробляння добрив, боротьби з корінням паростковими бур'янами і глибоким (до 0,5м) стрічковим подрібнюванням зони садіння виноградних кущів. При цьому подрібнюється лише зона рядка шириною 0,6...1,0 м, тому у 3...5 разів збільшується продуктивність агрегатів і зменшуються витрати палива. Мета роботи – розрахунок ступеня подрібнення ґрунту подрібнювачем у вигляді скоби перед садінням виноградників або шкільки.

**МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

Ріжуча частина скоби складається з долота і двох нахилених боковин, яка виконана по параболі і нахилена вперед для різання з ковзанням. Для спрощення розрахунків приймаємо скобу у вигляді ломаної лінії з долотом і нахиленими боковинами під кутом  $\beta$  до вертикалі. Ступень подрібнення ґрунту розраховуємо по формулі проф. Панченко О.М. [1]:

$$I = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5$$

де  $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5$  – відповідно початкова ступень подрібнення ґрунту, долотом і нахиленими боковинами, при стисканні боковинами, при гравітаційним падінні, тертям.

Початковий розмір структурних агрегатів розраховуємо по формулі

$$D_{к50н} = (\sqrt[3]{a \cdot 2впр \cdot K_L}) / i_l \quad (1)$$

де  $a$  – глибина подрібнення, м;

$2впр$  – приведена ширина ріжучого периметра, м;

$K_L$  – приведений коефіцієнт довжини, м ( $K_L = 1,0$  м).

Ступень подрібнення ґрунту долотом,  $i_2$ , складає:

$$I_2 = (1/i_0) \cdot (((2Kp \cdot Ev) / G^2) + 1) \quad (2)$$

де  $Kp$  – питомий коефіцієнт опору різання ґрунту долотом, кН/м<sup>2</sup>.

Так як для лемеша коефіцієнт ковзання  $i = 1$ , маємо:

$$\begin{aligned}
 e_3 &= [e_n - ((a_2 - a_1)/(2 \sin \alpha_p)) \cdot \operatorname{tg} E_2 - (a_1/(2 \sin \alpha_p)) \cdot \operatorname{tg} E_1]; \\
 K_p &= C_{y\delta} \cdot \left[ \frac{(0,66 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_2)}{(e_3 \cdot \cos(a_p + \varphi_2))} + 1 \right] \cdot \operatorname{tg}(a_p + \varphi_2) + 4,9 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - 0,5\varphi_2) \cdot \\
 &\cdot \gamma \cdot \left[ \sin \varphi_2 + \cos(a_p + \varphi_2) \cdot \cos a_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \right] + (a/e_3) \cdot \{0,5 C_{y\delta} [\operatorname{tg}(a_p + \varphi_2) + \operatorname{ctg} a_p] \cdot \\
 &\cdot \left[ \frac{(0,66 \operatorname{ctg} \varphi_2)}{(\cos(a_p + \varphi_2))} \right] + 4,9 \delta_p \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - 0,5\varphi_2) \cdot \sin \varphi_2 \cdot \gamma \} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + \\
 &+ K'(Z + \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot X) \cdot (1/a) + (9,81/g) \cdot \gamma \cdot (\sin a_p \cdot \cos \theta) / (\sin(a_p + \theta)) \cdot V^2
 \end{aligned} \tag{3}$$

де  $C_{y\delta}$  – питоме зчеплення частин ґрунту, кН/м<sup>2</sup>;

$\varphi_1, \varphi_2$  – кути відповідно зовнішнього і внутрішнього тертя ґрунту, град;

$\gamma$  – об'ємна маса ґрунту, т/м<sup>3</sup>;

$a_p$  – кут кришіння долота, град;

$a$  – глибина оброки, м;

$\theta$  – задній кут долота, град;

$K'$  – коефіцієнт несучій здатності ґрунту, кН/м<sup>2</sup>;

$Z$  і  $X$  – параметри площадки затуплення леза, м;

$V$  – швидкість руху знаряддя, м/с;

$\delta_p$  – товщина долота, м.

Прийmemo  $\varphi_2 = 30^\circ$ ,  $a_p = 30^\circ$ ,  $\varphi_1 = 22^\circ$ ,  $\theta = 10^\circ$ , тоді питомий коефіцієнт опору різання лезом долота рівне:

$$\begin{aligned}
 K_p &= 1,73 \cdot C_{y\delta} \cdot (2,3a/e_3 + 1) + 14,3a \cdot \gamma + (a/e_3) \cdot (0,8 \cdot C_{y\delta} + 0,24\delta_p \cdot \gamma) + K'(Z + 0,4X) \cdot \\
 &\cdot (1/a) + 0,65\gamma \cdot V^2
 \end{aligned} \tag{4}$$

Внутрішню напругу структурних агрегатів розміром  $D_{\kappa 50H}$  розраховуємо як

$$\begin{aligned}
 G &= \left( \frac{1}{2D \cos(a_p + \varphi_2)} \right) \cdot K_L + \sqrt{\left( \frac{1}{4D^2 \cos^2(a_p + \varphi_2)} \cdot K_L^2 \right) + \left( \frac{2K_p \cdot E_V}{\cos(a_p + \varphi_2) \cdot K_L} \right)}
 \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
 D &= \left( \frac{9,81 \cdot \pi \cdot d_{50c}^3 \cdot \Delta(1 - \cos a_0)}{6 \sin a_0} \right) \cdot [K_3 - K_4 \cdot (A_1 + ((C_{y\delta}/(0,25 \cdot \gamma)) \cdot t_2))] \cdot \\
 &\cdot [d_{50c} \cdot (1 + 2 \sin a_0) + D_{\kappa 50H}]
 \end{aligned} \tag{6}$$

де  $a_0$  – кут укладки частинок ґрунту, град.,

$$a_0 = \arccos \left[ 0,5 \left( 1 + \sqrt[3]{(S_1 + S_2)} - \sqrt[3]{(S_1 - S_2)} \right) \right];$$

$$S_1 = 0,5 - 0,172 \cdot (\Delta/\gamma) \cdot (1 + \omega);$$

$$S_2 = \sqrt{5 - 0,34 \cdot (\Delta/\gamma) \cdot (1 + \omega)};$$

$\omega$  – вагова вологість ґрунту, доли.

Модуль потужності ґрунту коливається  $E_V = 20 \cdot 10^3 \dots 50 \cdot 10^3$  кН/м<sup>2</sup>.

Більше значення  $E_V$  приймаємо для зв'язних вологих ґрунтів.

Коефіцієнти  $K_3$ ,  $K_4$  і  $A_1$  розраховуємо відповідно по формулам:

$$K_3 = 2,8 \cdot 10^{n_{xp} \cdot e_0};$$

$$K_4 = 2,8 \cdot 10^{(n_{xp} - 3) \cdot e_0} + 2,5 \cdot 10^{(n_{xp} - 2) \cdot e_0};$$

$$n_{xp} = \left( \lg \left\{ \frac{3\gamma \cdot \mu \cdot 9,81 \left[ \pi^3 \cdot d_{50c}^5 \cdot (9,81 \cdot \Delta)^3 \cdot D_{\kappa 50c}^2 \right]^{-1}}{a_0 + 2 \cdot e_0} \right\} \right) / (a_0 + 2 \cdot e_0),$$

де  $\mu$  – коефіцієнт подрібненості  $\mu = K'_{p1}$ ;

$$K'_{p1} \text{ – коефіцієнт подрібнення; } K'_{p1} = 1,01 \dots 1,3;$$

$$a_0 = \lg 3(\cos^3 a_0 + \cos^4 a_0); \quad e_0 = \lg 2(\cos^2 a_0 + \cos^4 a_0).$$

$$A_1 = (2 \sin \varphi_2 \cdot \cos^2 a_0 \cdot \sin(\varphi_2 + a_0) + [\cos \varphi_2 + \sin(\varphi_2 + a_0)] \cdot (1 + 2 \cos^2 a_0) \cdot \sin \varphi_2 \cdot \sin a_0) / (\sin(\varphi_2 + a_0) [2 \sin \varphi_2 - \cos(\varphi_2 + a_0)])$$

$$t_2 = \cos^2 a_0 (1 + \sin^2 a_0) + \sin a_0 + \cos a_0 (2 + 3 \cos^2 a_0).$$

розмір структурного агрегату після різання ґрунту долотом розраховуємо як:

$$D_{\kappa 50_1} = D_{\kappa 50_H} / i_2 = (\sqrt[3]{a \cdot 2\epsilon \cdot K_L}) / (i_1 \cdot i_2)$$

Ступень подрібнення ґрунту нахиленими частинами скоби розраховуємо по формулі:

$$I_2 = (\pi \cdot G_{\delta}^2 \cdot \cos(E_2 + \varphi_2) + 12E_V \cdot K_{p\delta}) / (\pi \cdot G_{\delta}^2 \cdot \cos(E_2 + \varphi_2)), \quad (8)$$

де  $G_{\delta} = 1 / (2D_1 \cdot \cos(E_2 + \varphi_2) \cdot K_L) + \sqrt{1 / (4D_1^2 \cdot \cos^2(E_2 + \varphi_2) \cdot K_L^2) + (2K_{p\delta} \cdot E_V) / (\cos(E_2 + \varphi_2) \cdot K_L)}$ ;

$$D_1 = (9,81 \cdot d_{50c}^3 \cdot \Delta(1 - \cos a_0)) / (6 \sin a_0) \cdot [K_3 - K_4 \cdot (A_1 + (C_{y\delta} / (0,25 \cdot \gamma) \cdot t_2))] \cdot [d_{50c} \cdot (1 + 2 \sin a_0) + D_{\kappa 50_1}] \quad (9)$$

Питомий коефіцієнт опору різанню нахиленими частинами скоби розраховуємо по формулі:

$$K_{p\delta} = 1,73 \cdot C_{y\delta} \{ ((0,6[\epsilon_{\lambda} + 1,2(a - a_1)]) / (a - a_2)) + 1 \} + 3,6[\epsilon_{\lambda} + 1,2(a - a_1)] \cdot \gamma + ((0,2[\epsilon_{\lambda} + 1,2(a - a_1)]) / (a - a_2)) \cdot (6,0 \cdot C_{y\delta} + 0,6 \cdot \gamma \cdot \delta_p) + K'(Z + 0,4X) \cdot (4 / [\epsilon_{\lambda} + 1,2(a - a_1)]) + 0,65 \cdot \gamma \cdot V^2 \quad (10)$$

Після різання нахиленою частиною скоби розмір структурних агрегатів розраховуємо по формулі:

$$D_{\kappa 50_2} = D_{\kappa 50_1} / i_{p\delta} = (\sqrt[3]{a \cdot 2\epsilon_{np} \cdot K_L}) / (i_0 \cdot i_1 \cdot i_2). \quad (11)$$

Виходячи з умови, що  $2\epsilon_{np} = 0,25 \cdot [\epsilon_{\lambda} + 2(a - a_1) \cdot tg\beta]$ , розраховуємо ступень подрібнення при стисканні:

$$I_3 = (0,25 \cdot [\epsilon_{\lambda} + 2(a - a_1) \cdot tg\beta]) / (0,25 \cdot [\epsilon_{\lambda} + 2(a - a_1) \cdot tg\beta] - 2\delta_{cm} \cdot \sin E_2). \quad (12)$$

Отриманий структурний агрегат після стискання буде мати розмір:

$$D_{\kappa 50_3} = D_{\kappa 50_2} / i_4 = (\sqrt[3]{a \cdot 2\epsilon_{np} \cdot K_L}) / (i_0 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3). \quad (13)$$

Ступень подрібнення ґрунту при "гравітаційному падінні" розраховуємо по формулі:

$$i_4 = D_{\kappa 50_3} / \sqrt[3]{D_{\kappa 50_3}^3 - ((12mg \cdot a_2 \cdot E_V) / (\pi \cdot G^2 g))}, \quad (14)$$

де  $mg$  – сила тяжіння падаючого шару, кН;

При виході шару з зони стискання між нахиленими частинами скоби, ґрунт падає у низ, продовжує подрібнюватися за рахунок тертя структурних агрегатів. Напругу тертя можливо розраховуємо по формулі Кулона:

$$\tau = G_{y\delta} \cdot tg\varphi_2 + C_{y\delta}, \quad (15)$$

де  $\varphi_2$  – кут внутрішнього тертя ґрунту, град;

$G_{y\delta}$  – питоме зчеплення частинок ґрунту, кН/м<sup>2</sup>;

$\tau$  – напруга зсуву, кН/м<sup>2</sup>.

Ступень подрібнення тертям:

$$I_5 = (1 / i_0 \cdot i_1 \cdot i_2) \cdot [((2 \cdot K_{p\delta} \cdot E_V) / (G_{\delta} \cdot tg\varphi_2 + C_{y\delta}))^2 + 1]. \quad (16)$$

## ВИСНОВКИ

Розрахунок ступені здрібнювання виконувався для ґрунтових умов навчальному господарству ім. Трофімова ОДАУ.

Результати розрахунку показали, що якщо початковий розмір структурного агрегату  $D_{к50н} = 0,49$  м, то ступінь здрібнювання ґрунту лемешем  $i_2 = 2,8$ , ступінь здрібнювання бічними ножами  $i_3 = 12,1$ , ступінь здрібнювання при стиску  $i_4 = 1,31$ , ступінь здрібнювання ґрунту стиранням  $i_5 = 1,03$ , приведений ступінь здрібнювання глибоко подрібнювачем  $i = 45,71$ . Кінцевий розмір структурного агрегату складає  $D_{к50} = 0,0107$  м. Це задовольняє агротехнічним вимогам до підготовки ґрунту.

Для заданих ґрунтових умов заміна технології плантажної оранки під виноградники на смугове подрібнення зони садіння не тільки зменшує витрати палива, але і може забезпечити якісну підготовку ґрунту ( по ступені подрібнення і кінцевому розміру структурних агрегатів ) перед садінням багаторічних насаджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Панченко А.Н. Аналітичний метод визначення тягових опорів ґрунтообробних і землерийних машин і оцінка їхньої ефективності для енергозберігаючих технологій. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 1995, – с.78.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПОЧВЫ СКОБОЮ ПЕРЕД ПОСАДКОЙ ВИНОГРАДНИКОВ И ШКОЛКИ**

Цуканов Ю.С. , Горбенко И.В., Власюк И.П. , Ригалов Р.С.

#### Резюме

Приведены результаты расчета степени измельчения почвы скобою перед посадкой виноградников.

### **RESEARCH OF A DEGREE OF CRUSHING OF GROUND SCOBOU BEFORE LANDING OF GROUND AND CHKOLCI**

Chucanov U.C. , Gorbenco I.V. , Vlasuk I.P. , Rigalov R.S.

#### Summary

The results of account of a degree of crushing of ground scobou before landing of ground.