

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 енергія містка. Її можливо замінити суцільною оранкою на 0,15...0,20 метра для заробляння добрив, боротьби з коріння 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 нахилені вперед для різання з ковзанням. Для спрощення розрахунків приймаємо скобу у вигляді ломаної лінії з долотом і нахиленими боковинами під кутом β 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 гравітаційнім 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/м².

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/м²;

φ_1, φ_2 – кути відповідно зовнішнього і внутрішнього тертя ґрунту, град;

γ – об'ємна маса ґрунту, т/м³;

a_p – кут кришіння долота, град;

a – глибина оброки, м;

θ – задній кут долота, град;

K' – коефіцієнт несучій здатності ґрунту, кН/м²;

Z і X – параметри площадки затуплення леза, м;

V – швидкість руху знаряддя, м/с;

δ_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.,

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

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

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

ω – вагова вологість ґрунту, доли.

Модуль потужності ґрунту коливається $E_V = 20 \cdot 10^3 \dots 50 \cdot 10^3$ кН/м².

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 μ – 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:

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

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:

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

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

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

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

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

Отриманий структурний агрегат після стискання буде мати розмір:

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

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 φ_2 – кут внутрішнього тертя ґрунту, град;

$G_{y\delta}$ – питоме зчеплення частинок ґрунту, кН/м²;

τ – напруга зсуву, кН/м².

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.