
ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 631.354.2

ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ І РЕЖИМИ РОБОТИ КОМБІНОВАНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОСІВУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Котков В.І.

Житомирський національний агроекологічний університет
Старий бульвар, 7, 10002, м. Житомир
kotkov_mmests@ukr.net

Викладено теорію обґрунтування взаємного розміщення робочих органів для передпосівного обробітку ґрунту та розрахунок робочих параметрів котка. *Ключові слова:* параметр, робочі органи, прутковий коток.

Основные параметры и режимы работы комбинированной машины для посева сахарной свеклы. Котков В.И. Изложена теория обоснования взаимного размещения рабочих органов для предпосевного возделывания почвы и расчет рабочих параметров катка. *Ключевые слова:* параметр, рабочие органы, прутковый каток.

Basic parameters and operating modes of the combined machine for sowing sugar beet. Kotlov V. A theory of ground of the mutual placing of working organs for pressed till of soil and calculation of operating parameters of cat are Expounded. *Key words:* parameter, working organs, a small twig is a cat.

Постановка проблеми. Цукровий буряк в Україні є єдиним джерелом для виробництва цукру – життєво необхідного продукту харчування, фізіологічна норма споживання якого становить 38 кг на душу населення. Ґрунтово-кліматичні умови України є досить сприятливими для вирощування цукрових буряків, тому вона була і залишається однією із провідних країн світу за площею посіву та виробництва цукру.

Вибір сільськогосподарських машин для проведення передпосівного обробітку ґрунту та сівби визначається такими умовами: типом та вологістю ґрунту; попереднім його станом; розмірами та рельєфом поля; наявністю рослинних рештків на полі; сортом насіння та його лабораторною схожістю; глибиною передпосівного обробітку ґрунту та сівби насіння. У сільському господарстві відсутні сільськогосподарські машини для технології вирощування цикорію кореневого, а саме для передпосівного обробітку ґрунту та сівби дрібного насіння. Використання ж серійних машин для виконання цих операцій не у достатній мірі забезпечує необхідні агротехнічні вимоги.

З метою усунення вищеназваних недоліків виникає необхідність розробити або удосконалити конструкції машин для передпосівного обробітку ґрунту та сівби насіння цукрових буряків.

Аналіз результатів останніх досліджень. Дослідженнями багатьох авторів [1] встановлено, що застосування комбінованих машин для передпосівного обробітку ґрунту та сівби насіння підвищує продуктивність у 1,5 раза, польову схожість насіння

на 10...20%, що у свою чергу зменшує експлуатаційні витрати.

Аналіз вище наведених факторів показав необхідність розробки технологічної схеми комбінованої машини для передпосівного обробітку ґрунту та сівби насіння цукрових буряків.

При розробці нової конструкції комбінованої машини враховувались наступні нормативні агротехнічні вимоги: грудочки розміром 1...25 мм, у шарі заробки насіння повинні становити за масою не менше 85%; висота мікронерівностей поверхні ґрунту повинна бути не більше 20 мм, підрізання бур'янів – повне.

Мета досліджень. Метою роботи являється теоретичне обґрунтування параметрів і режимів роботи комбінованої машини.

Виклад основного матеріалу. Для розрахунку конструктивно-технологічних параметрів агрегату для передпосівного обробітку ґрунту у сполученні із сівалкою необхідно врахувати геометричні параметри висівного апарата, ширину міжрядь, а також фізико-механічні властивості ґрунту [2].

З приведеного аналізу обробітку поверхневого шару ґрунту для середньо гумусних ґрунтів встановлено, що найбільш інтенсивне кришення ґрунту необхідно проводити на глибину, яка у 2-3 рази перевищує глибину заробки насіння та на ширину, яка не повинна перевищувати ширину міжрядь (для цукрових буряків 45 см).

Таким чином, ширина захвату вирівнювача повинна перевищувати ширину обробітку ґрунту

односторонньою плоскоріжучою лапою, а ширина захвату котка не повинна перевищувати ширину обробітку ґрунту лапою.

Для проведення розрахунків конструктивних параметрів комбінованої установки розроблено схему розміщення робочих органів (рис. 1).

Для визначення ширини захвату вирівнювача, стрілкової лапи, котка необхідно мати параметри (розміри) щілини заробки насіння та ширини міжрядь.

Конструктивні параметри сівалки ССТ-12В дозволяють отримати глибину заробки насіння від 2 до 8 см, при цьому ширина бороздкової зони становить відповідно 1 та 3 см.

Оскільки вирівнювач призначений для вирівнювання поверхні ґрунту то його ширина повинна бути на 10 ... 15 см меншою за ширину міжрядь.

Розраховуємо ширину захвату вирівнювача за формулою:

$$B_g = B_m - 2 \cdot \Delta B \quad (1.1)$$

де B_m – ширина міжрядь, $B_m = 0,45$ м;
 ΔB – ширина захисної зони, $\Delta B = 0,05 \dots 0,075$ м.
 Підставивши значення отримаємо $B_g = 0,35$ м
 Ширина захвату котка визначається за формулою:

$$B_k = B_g - 2 \cdot \Delta B_1 \quad (1.2)$$

де $\Delta B_1 \approx \Delta B$

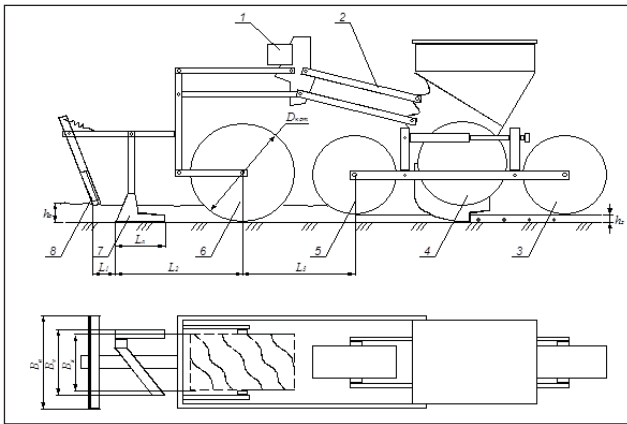


Рис. 1. Схема взаємного розміщення робочих органів секції комбінованого агрегату для передпосівного обробітку ґрунту та сівби насіння цукрових буряків: 1 – рама; 2 – підвіска; 3 – прикочувальне колесо; 4 – висівний апарат; 5 – ущільнюоче колесо; 6 – прутковий коток; 7 – плоскорізальна лапа; 8 – вирівнюючий брус

Також необхідно визначити довжину (ширину захвату) леза плоскорізальної односторонньої лапи:

$$L_a = B_a \cdot \cos \alpha \quad (1.3)$$

де B_a ширина захвату лапи, $B_a = 0,25$ см.

Підставивши значення, отримаємо ширину захвату леза плоскорізальної односторонньої лапи, $L_a = 0,34$ м.

Відстань між вирівнювачем та плоскорізальною лапою приймаємо рівну $L_1 = 0,2$ м.

Визначимо відстань між плоскорізальною лапою та прутковим котком L_2 за формулою

$$L_2 \geq L_1 + \frac{D_k}{2} + \Delta L_1 \quad (1.4)$$

де D_k – діаметр котка $D_k = 0,3$ м;

ΔL_1 – розмір «кип'ячого шару» після плоскорізальної лапи $\Delta L_1 = 50 \dots 80$ мм.

Для розрахунку відстані між робочими органами агрегату для передпосівного обробітку ґрунту та секцією сівалки ССТ – 12В необхідно врахувати дальність відкидання частинок ґрунту прутками котка, яка для пруткових котків становить $\Delta L_2 = 150 \dots 200$ мм при глибині обробітку $h = 30 \dots 50$ мм [1].

$$L_3 \geq \frac{D_k}{2} + \frac{D_{кол}}{2} + \Delta L_2 \quad (1.5)$$

де $D_{кол}$ – діаметр прикочувального колеса $D_{кол} = 0,24$ м

Підставивши значення у вище наведену формулу, отримаємо $L_3 \geq 0,7$ м

Таким чином, провівши математичні розрахунки по вищеприведених формулах, отримаємо наступні рекомендовані параметри комбінованого агрегату для передпосівного обробітку ґрунту та сівби насіння цукрових буряків: $B_g = 0,35$ м; $B_k = 0,24$ м; $B_l = 0,25$ м; $L_1 = 0,2$ м; $L_2 = 0,6$ м; $L_3 = 0,7$ м.

Як зазначалось вище, у задачу пруткового котка входить кришення ґрунту на глибину 40...60 мм. Розглянемо процес роботи котка з частинками ґрунту для визначення його конструктивних та робочих параметрів (рис.2). Середню глибину заглиблення прутків котка у ґрунт визначаємо за формулою:

$$H = \sqrt[3]{\left[\frac{m}{L}\right]^2 \cdot \frac{1}{D}}, \quad (1.6)$$

де m – маса котка, Н;

L – довжина котка, см;

D – діаметр котка, см.

Оскільки $\frac{m}{L}$ – питомий тиск котка, то позначимо його через N , а діаметр котка через $2R$, тоді отримаємо вираз:

$$H = \sqrt[3]{\frac{N^2}{2R}}, \quad (1.7)$$

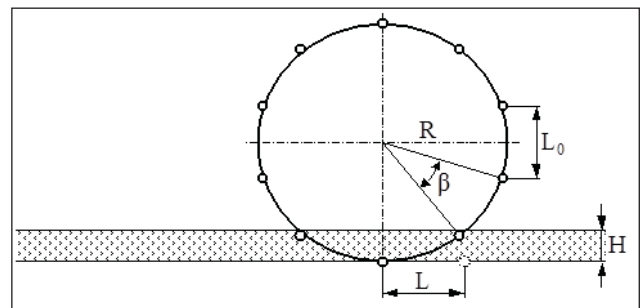


Рис. 2. Схема взаємодії пруткового котка з ґрунтом

Знайдемо половину довжини контакту з ґрунтом по осі X:

$$A = \sqrt{R^2 - (R - H)^2}, \quad (1.8)$$

На поверхні контакту котка з ґрунтом має місце у загальному випадку три області, що відрізняються одне від одного по характеру змінання ґрунту. Межі області на ободі колеса визначаються кутом входу котка у ґрунт [3; 4]:

$$\alpha = \arccos[(1 - \varepsilon) \cdot \cos \phi] \pm \phi, \quad (1.9)$$

де ε – коефіцієнт ковзання;

ϕ – кут зовнішнього тертя ґрунту, рад.

Виходячи із умови защемлення частинки ґрунту поверхнею прутка, В.А. Желіговський рекомендує вибирати діаметр котка зі співвідношення [5]:

$$D \geq d \cdot \operatorname{ctg}^2\left(\frac{\phi - \phi_1}{2}\right), \quad (1.10)$$

де d – діаметр частинки ґрунту, мм;

ϕ, ϕ_1 – кут відповідно внутрішнього і зовнішнього тертя ґрунту, рад.

Відстань між прутками виразимо через діаметр котка і кількість прутків:

$$L_0 = D \cdot \sin \frac{\beta}{2}, \quad (1.11)$$

$$\text{звідки } \beta = \frac{360}{n}, \quad (1.12)$$

де L_0 – відстань між прутками, мм;

D – діаметр котка, мм;

n – кількість прутків, шт;

β – кут між прямими, що проходять відповідно через центр котка і центри двох сусідніх прутків.

Кут нахилу прутка визначається за формулою:

$$\tau_n = \operatorname{arctg} \frac{B}{R \cdot \sin \tau_n}, \quad (1.13)$$

де τ_n – кут повороту, рад;

B – ширина зони, м;

R – радіус котка, мм.

З формули виходить, що значення кута повороту прутка, при якому прутки мають максимальний кут нахилу, рівний $\tau_n = \frac{\pi}{2}$. При $\tau_n = 0$ і $\tau_n = \pi$ кут нахилу $\tau_n = 0$, тобто кришення ґрунту має «миттєвий характер».

Розрахунок ширини котка і радіуса проводимо через відносний показник ρ , який визначаємо за формулою:

$$\rho = \frac{B}{R}, \quad (1.14)$$

Як виходить з вище наведених залежностей, для кожного значення є свій мінімальний кут повороту $\tau_n = \frac{\pi}{2}$.

Як зазначалося вище, розподіл тиску на поверхні деформатора (прутка) круглої форми описується рівнянням:

$$P(x) = \frac{2P}{\pi \cdot a^2} \sqrt{a^2 - x^2}, \quad (1.15)$$

де a – перетин прутка.

Максимальний тиск прутка (деформатора) на ґрунт буде проходити при знаходженні прутків у нижній частині траєкторії його руху. Величину тиску на ґрунт двох сусідніх прутків визначають за формулою,

$$P(n) = \int_0^{L_0} P(x) \cdot dx, \quad (1.16)$$

з урахуванням $P(x)$ маємо вираз,

$$P(n) = \int_0^{L_0} \frac{2P}{\pi \cdot a^2} \sqrt{a^2 - x^2} \cdot dx, \quad (1.17)$$

При цьому потрібно мати на увазі, якщо a буде менше або рівне L_0 , то для знаходження $P(n)$ необхідно P поділити на два.

Таким чином, виходячи із приведених рівнянь, отримано наступні рекомендовані параметри котка, які надалі у теоретичних та експериментальних дослідженнях необхідно уточнити: $D=0,25\dots 0,3$ м; $L_0=0,06\dots 0,08$ м.

Висновки

1. Пристрій для передпосівного обробітку та сівби дає можливість висіяти насіння на малу глибину, та підвищити його польову схожість залежно від сорту насіння та попереднього стану ґрунту на 10...20%, що у свою чергу підвищує продуктивність цукрових буряків та зменшує експлуатаційні витрати на його вирощування.

2. Теоретично обґрунтовано схему комбінованого агрегату для передпосівного обробітку та сівби, а також визначено основні її конструктивні параметри.

3. Встановлено, що для утворення фракційного складу ґрунту у зоні заробки насіння, який би відповідав агротехнічним вимогам передпосівного обробітку ґрунту під цукровий буряк доцільно використовувати вирівнювач з шириною захвату $B_g = 30$ см; плоскоріжучу односторонню стрільчасту лапу з шириною захвату $B_n = 25$ см та довжиною $L_n = 0,34$ м; прутковий коток, прутки якого виготовлені у вигляді синусоїди та розміщені під кутом до напрямку руху $\alpha = 28\dots 30^\circ$, діаметр якого становить $D_k = 0,3$ м та шириною $B = 0,24$ м.

4. Встановлено оптимальні відстані між вирівнювачем та плоскоріжучою односторонньою лапою $L_1 = 0,2$ м, між лапою та прутковим котком $L_2 = 0,6$ м та між прутковим котком та прикочувальним колесом $L_3 = 0,7$ м.

Література

- Севернев М.М. и др. Совершенствование процессов и средств механизации для обработки почвы и посева. Минск: ЦНИИМЭСХ, 1983. 181 с.
- Качинский Н.А. Структура почв. М.: МГУ, 1963. 100 с.
- Хайлис Г.А. Расчет рабочих органов почвообрабатывающих машин: учеб. пос. К.: УМК ВО, 1990. 83 с.
- Чайчиц Н.В. Теоретический анализ воздействия на почву прутковых роторов как крошащих и выравнивающих приспособлений к плугам и культиваторам. Повышение качества обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур комбинированными машинами: собр. науч. трудов. Горки: ВСХА.
- Желиговский В.А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии сельскохозяйственных материалов. Тбилиси: Изд-во Груз. с.-х. института, 1960. 364 с.