ISSN 0558-1125
УДК 634.1/.7 : 631.332 : 631.164/165

РОЗРОБКА БОРОЗНОУТВОРЮВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ САДОСАДИЛЬНОЇ МАШИНИ

І.В. ТИМОШОК, кандидат технічних наук
Інститут садівництва (ІС) НААН України, 03027, Київ-27, вул.. Садова 23, e-mail: sad-institut@ukr.net

Існуючі робочі органи садосадильних машин активного та пасивного типу не в повній мірі відповідають критеріям якості виконання технологічної операції, надійності та енергоефективності. Відтак існує необхідність розробки такого органу. Згідно з робочою гіпотезою, перспективним може бути орган пасивного типу, який на відміну від клиноподібного сошника, не розсуває ґрунт, а підрізуючи пласт, піднімає його до утворення посадкової борозни. Обґрунтовано геометричні параметри подовжувачів і робочих поверхонь наральника сошника. Визначено залежність сили опору робочого органу від глибини садіння і типу ґрунту.
Наведено результати випробування дослідного зразка.

Ключові слова: садосадильна машина, наральник, робоча поверхня, кут кришення, глибина садіння, тяговий опір, енергозаощадлівість, дослідний зразок.

Огляд літературних джерел свідчить, що існуючі робочі органи садосадильних машин активного та пасивного типу не в повній мірі відповідають критеріям якості, а саме: бути простими у виготовленні, надійними в роботі, невибагливими до стану ґрунту і енергозаощадливими. Так, клиноподібні пасивні органи, розсовуючи ґрунт при проведенні технологічної операції в обидва боки, утворюють посадкову щілину. Даний спосіб вимагає значних затрат енергії, тому що, по-перше, при його застосуванні необхідно проводити попередню глибоку оранку, що призводить до значних додаткових витрат, по-друге, ущільнюючись, ґрунт чинить значний опір рухові агрегату. Активні органи фрезерного типу не менш енерговитратні, до того ж складні у виготовленні, а тому характеризуються високою початковою вартістю і до того ж потребують значних експлуатаційних витрат.

Метою наших досліджень було зменшити енерговитрати і підвищити надійність садосадильної машини в різних умовах її експлуатації шляхом розробки пасивного робочого органу вдосконаленої конструкції, призначеного для формування посадкової борозни.

Згідно з робочою гіпотезою, задовольнити всі перелічені вимоги може орган пасивного типу, який на відміну від клиноподібного сошника, не розсуває ґрунт, а підрізуючи пласт, підіймає його до утворення посадкової борозни, а після розміщення в ній саджанця укладає його на попереднє місце без додаткового значного переміщення чи обертання.

 © Тимошок І.В., 2015

Відповідно до агровимог глибина посадкової борозни повинна становити 0,20 - 0,35 м, а ширина забезпечувати вільне розташування в ній кореневої системи саджанця. Для з'ясування оптимального показника останнього з названих параметрів було експериментально досліджено процес входження та розміщення кореневої системи дворічних саджанців яблуні, вирощених на вегетативних підщепах, у проміжок між подовжувачами сошника, відстань між якими змінювалась у межах від 0,10 до 0,20 м з кроком 0,02 м. При цьому фіксувалася кількість зачепів коренів за їх краї. На рис. 1 проілюстровано залежність цієї кількості від відстані між ними. Збільшення відстані, починаючи з 0,16 м, істотно не впливає на кількість таких випадків. Зважаючи на це, а також беручи до уваги пряму залежність зростання опору сошника від збільшення його ширини, як оптимальний вибрали параметр відстані між подовжувачами сошника, а значить, і ширини посадкової щілини розміром 0,16 м.

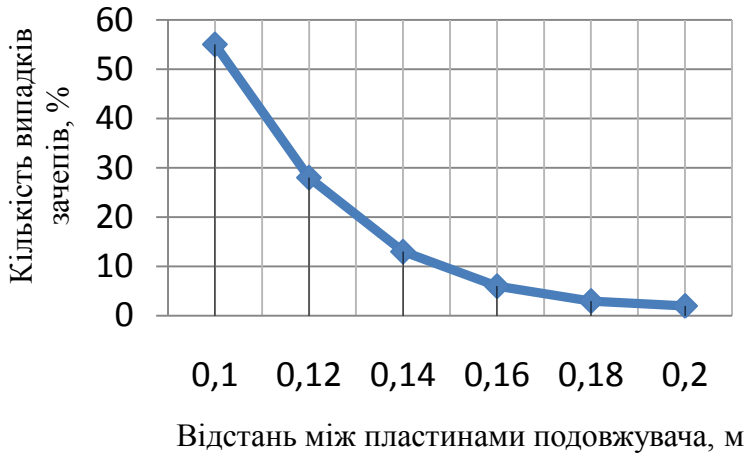

Рис. 1. Кількість зачепів коренів дворічних саджанців яблуні при спробі розмістити їх кореневу систему у проміжку між подовжувачами моделі сошника

У відповідності з висунутою гіпотезою про переваги робочого органу з точки зору економії енерговитрат було розроблено та виготовлено макет і дослідний зразок робочої поверхні наральника сошника. Він складається з двох циліндричних поверхонь, розташованих під кутом 40^0. Таке розміщення забезпечує необхідний кут скосу леза γ (рис. 2); при розробці виходили з обов'язкової умови його самоочищення від волокнистих стебел рослин. Умовою ковзання стебла рослини вздовж леза наральника було:

$$\gamma < 90^0 - \varphi \quad (1)$$

Відомо, що кут тертя стебла рослини по лезу ґрунтообробного органу $\varphi \cong 45^0$ [1], тому:

$$\gamma < 90^0 - 45^0 = 45^0 \quad (2)$$

Як відомо, налипання ґрунту на робочу поверхню вказаного леза перешкоджає ковзанню по ньому стебел бур'янів [2], тому кут скосу γ було зменшено до 40^0.

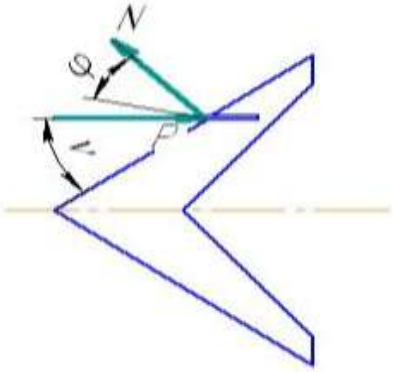

Рис. 2. Схема взаємодії стебла рослини з лезом наральника

Робоча поверхня наральника будувалась у відповідності до поставленої мети – якомога більше мінімізувати енерговитрати при виконанні операції, вибравши найбільш оптимальний кут кришення ґрунту.

Дослідження показали, що найоптимальнішим варіантом робочої поверхні є циліндроїд з певним радіусом кривизни поверхні R та початковим кутом кришення β (рис. 3, а).

Щоб створити сприятливі умови приживання рослин і розвитку їх кореневої системи, а також з метою підрізання пласта ґрунту для забезпечення ефекту його розкриття і утворення посадкової щілини, леза циліндроїдів подовжили і вони виступають своєрідними крилами за габарити сошника на величину а (рис. 3, в).

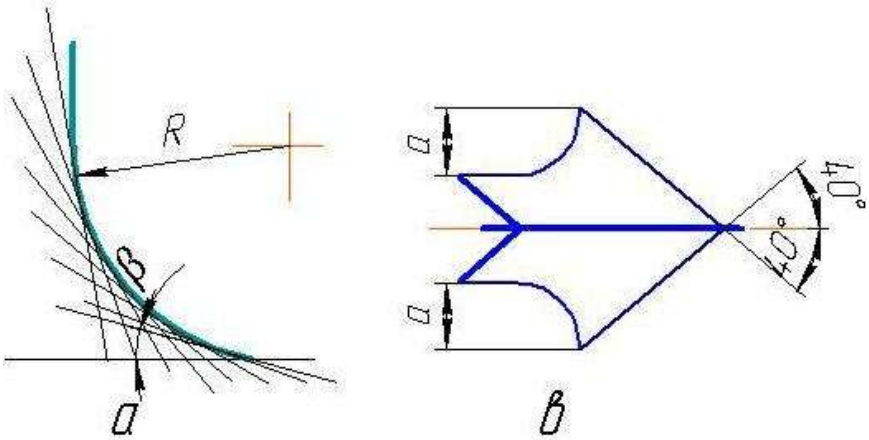

Рис.3. Оптимізовані параметри робочої поверхні циліндроїда наральника

Основним показником ґрунтообробного знаряддя є його тяговий опір. Відомо, що на даний показник впливає багато чинників, серед них: геометричні параметри робочих поверхонь знаряддя, фізико-механічні властивості ґрунту, швидкість взаємодії з ним, глибина та ширина обробітку тощо [3]. Зважаючи на таку кількість факторів, зміну їх у часі та непередбачуваність, особливо стосовно фізико-механічних властивостей, теоретично описати процес взаємодії всіх

сил і чинників опору неможливо [2, 4]. З огляду на це спробуємо визначити очікуваний тяговий опір сошника R_x , не вдаючись у деталі протікання цього складного процесу.

Виходячи з подібності взаємодії з ґрунтом розробленого наральника сошника та лемішного плуга, а також зважаючи на схожість їх робочих поверхонь, застосуємо відому раціональну формулу академіка В.П. Горячкина [5]

$$R_x = fP + kabn + \varepsilon abnV^2, \qquad (3)$$

де: fP, $kabn$ і $\varepsilon abnV^2$- тягові опори, пов'язані відповідно з протягуванням робочого органу у відкритій борозні, деформацією ґрунту і наданням піднятому і деформованому ґрунту кінетичної енергії.

Слід враховувати деякі особливості робочих органів садосадильної машини. Так, на відміну від плужного корпуса її сошник весь час працює в режимі прокладання першої борозни, при якому тяговий опір збільшується у 2-3 рази [2]. Крім того, глибина її нарізання становить близько 0,30 м, що в більшості випадків перевищує глибину обробітку ґрунту в попередні роки, а це призводить до збільшення очікуваного опору ще в 1,5 – 2,0 рази [6]. Зважаючи на ці фактори, необхідно збільшити другу складову наведеної формули на додатковий коефіцієнт μ. У нашому випадку було встановлено, що в залежності від глибини садіння (0,15 - 0,35 м) і стану й типу ґрунту даний коефіцієнт може приймати значення від 1,0 до 6,0 (рис. 4). В результаті горизонтальна складова опору ґрунту R_x при садінні на глибину 0,30 м становитиме:

$$R_x = fP + \mu kabn, \qquad (4)$$

де: f– коефіцієнт тертя корпусу наральника з ґрунтом, f=0,5; P – сила тяжіння робочого органу, P=8,0 кН, k – коефіцієнт, який характеризує здатність ґрунтового пласта опиратися деформації, k=35,5 кН/м^2; a, b – відповідно глибина та ширина пласта ґрунту, який обробляється, a=0,30, b =0,18 м; n - число робочих органів, n=1.

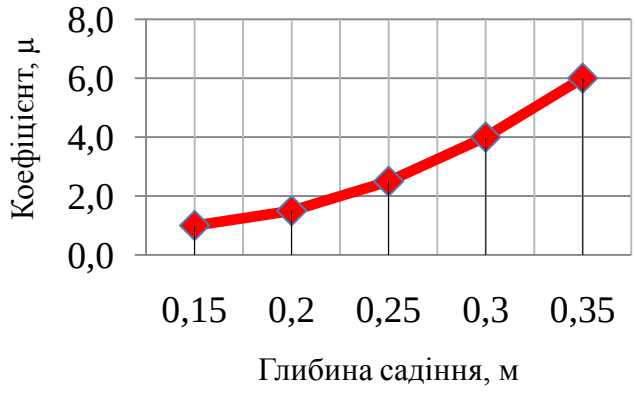

Рис. 4. Залежність додаткового усередненого коефіцієнту опору ґрунту від глибини садіння

В результаті отримаємо:

$$R_x = 0{,}5 \times 8{,}0\text{кН} + 4 \times 35{,}5\text{кН/м}^2 \times 0{,}3\text{м} \times 0{,}18\text{м} = 11{,}7\text{кН}, \quad (5)$$

або $R_x \approx 1170$ кГс

Виходячи з отриманих результатів, садосадильна машина може агрегатуватися з трактором класу 1,4, на відміну від відомої садосадильної машини МПС-1. Її агрегатування передбачено з тракторами класу 3.

Рисунок 5 ілюструє залежність сили опору робочого органу садосадильної машини від глибини садіння й типу ґрунту.

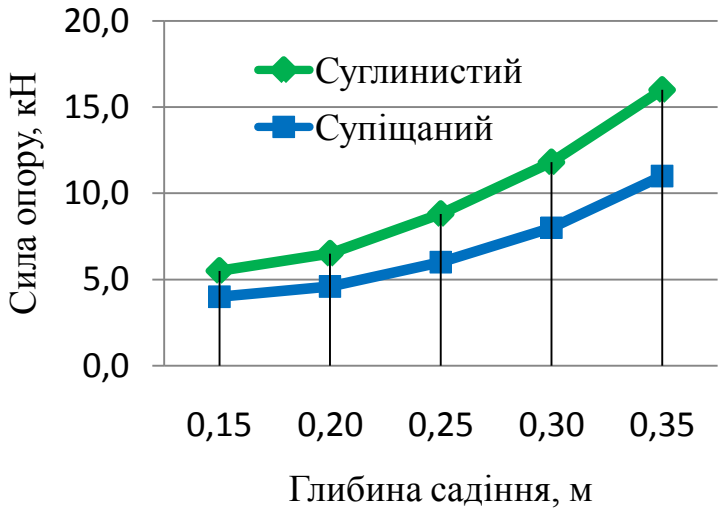

Рис. 5. Залежність сили опору робочого органу садосадильної машини від глибини садіння й типу ґрунту

З урахуванням проведених розрахунків було розроблено та виготовлено дослідний зразок такого органу (рис. 6). Попереднє випробування засвідчили його стабільну роботу на всіх глибинах у межах 0,15 - 0,35 м, причому скрізь він вдало агрегатується з трактором МТЗ-80

Рис. 6. Дослідний зразок робочого органу садосадильної машини під час проведення експериментальних досліджень та випробувань

(82) (клас 1,4) навіть на перелогових землях після попереднього поверхневого обробітку дисковим знаряддям.

Висновки. Проведені дослідження підтвердили правильність прийнятої на початку досліджень робочої гіпотези про можливість істотного зменшення енерговитрат, необхідних для виконання технологічної операції, пов'язаної з формуванням посадкової борозни за допомогою нескладного у виготовленні та надійного в експлуатації робочого органу пасивного типу, який на відміну від клиноподібного сошника не розсуває ґрунт, а підрізуючи пласт, піднімає його до утворення посадкової борозни, а після розміщення в ній саджанця укладає його на попереднє місце без додаткового значного переміщення чи обертання.

Список використаної літератури

1. Синеоков Г.Н. Рабочие органы культиваторов//Сельхозмашина. –1935. –№9. –С. 3-12.
2. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977.-328 с.
3. Вопросы сельскохозяйственной механики. Т.15–. Минск: ЦНИИМЭСХ, 1965. – С. 56.
4. Горячкин В.П. Собрание сочинений. –М.: Колос,1965. –650 с.
5. Методические рекомендации к курсовому проекту по почвообрабатывающим машинам.–М: Московский государственный агроинженерный университет им В.П. Горячкина, 2001. –30 с.
6. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т.2 / Ред. М.И. Клецкин. –М.: Машиностроение,1967. –830 с.

DEVELOPMENT OF THE FURROWING TOOL FOR THE ORCHARD PLANTING MACHINE

I.V. TYMOSHOK, PhD

Institute of Horticulture, NAAS of Ukrain, 03027, Kyiv-27, 23, Sadova st., e-mail: sad-institut@ukr.net

The existing active and passive tools of the orchard planting machines do not correspond in full to the criterion of the quality of carrying out the technological operation, reliability and energetic affectivity. Thus there is necessity of developing such a tool. According to the working hypothesis it is a passive tool may be perspective that in contrast to the cuneiform opener does not widen soil but cutting layer raises it until the formation of a furrow. Besides, the author has substantiated the geometric parameters of the extenders and planes of the drill furrow-opener points, determined the dependence of the tool resistance on the planting depth and soil variety and presented the results of the experimental sample test.

Key words: orchard planting machine, drill furrow-opener point, plane, crumbling angle, planting depth, draught resistance, energy saving, experimental sample.

РАЗРАБОТКА БОРОЗДООБРАЗУЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА САДОПОСАДОЧНОЙ МАШИНЫ

И.В. ТИМОШОК, кандидат техн. наук

Институт садоводства НААН Украины, 03027, Киев-27, ул. Садовая 23, e-mail: sad-institut@ukr.net

Существующие рабочие органы садопосадочных машин активного и пассивного типа не в полной мере соответствуют критериям качества выполнения технологической операции, надежности и энергоэффективности. Следовательно, существует необходимость разработки такого органа. Согласно рабочей гипотезе перспективным может быть рабочий орган пассивного типа, который в отличие от клиноподобного сошника не раздвигает почву, а подрезая пласт, поднимает до образования посадочной борозды. Обоснованы геометрические параметры удлинителей и рабочих поверхностей наральника сошника. Определена зависимость силы сопротивления рабочего органа от глубины посадки и типа почвы. Приведены результаты испытания опытного образца.

Ключевые слова: садопосадочная машина, наральник, рабочая поверхность, угол крошения, глубина посадки, тяговое сопротивление, энергосбережение, опытный образец.

Одержано редколегією 17.12.14