

УДК 631.

## ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФІЛЮ ГРУНТООБРОБНОГО ДИСКА

Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кравченко М.В.,  
магістрант

*Державний біотехнологічний університет*

В технології «No-till» поширення набувають сівалки прямої сівби типу «Грейт Плейнз», які складаються з причіпної приставки з ґрунтообробними дисками і шарнірно приєднаної до неї зернової сівалки. Під час роботи вертикальні ґрунтообробні диски утворюють індивідуальні оброблені смуги до яких сошники заробляють насіння.

Основним завданням ґрунтообробного диска під час роботи є забезпечення необхідної ширини смуги ґрунту, що оброблюється, при мінімальному зниженні якості її підготовки та при мінімальних витратах енергії на її обробку.

При визначенні ширини оброблюваної смуги ґрунту виходили з існуючих аналогів ґрунтообробних дисків з формою леза у вигляді синусоїди, зокрема дисків сівалки прямої сівби «Грейт Плейнз». Внаслідок чого виникла необхідність в обґрунтуванні такого профілю диска для обробки ґрунту, що забезпечує мінімальний тяговий опір у заданих межах ширини оброблюваної смуги ґрунту.

Під час роботи пропонованої сівалки прямої сівби ґрунтообробний диск, перекочуючись, зсуває ґрунт у сторони, утворюючи оброблену смугу для сошника, в яку закладаються насіння. У процесі взаємодії диска із ґрунтом на нього діє опір від деформації ґрунту та сили тертя. Внаслідок непостійності фізико-механічних властивостей ґрунту, сила опору є величиною змінною. Найбільше значення опору ґрунту, що діє на робочу поверхню хвилі диска, досягається у момент його повного заглиблення. При цьому витрачатиметься найбільша величина енергії на його переміщення у ґрунті. У зв'язку з чим, доцільно визначати раціональний профіль леза ґрунтообробного диска в момент знаходження його в нижній точці.

Вибираємо рухому систему координат  $xOy$ , площина якої паралельна площині поля, що проходить по поверхні (рис. 1). У даній системі координат розглядаємо профіль ріжучої кромки диска криволінійної форми, де крива – проекція леза на площину  $xOy$ .

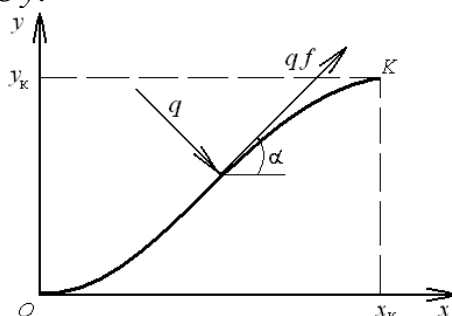


Рисунок 1 – Схема щодо визначення профілю диска

З безлічі кривих, які мають одну загальну граничну точку та іншу, що зміщується по прямій  $y=y_k$ , необхідно знайти профіль кривої при заданому куті нахилу дотичної в початковій точці, яка забезпечить мінімальний опір тяговий диска в ґрунті.

Для вирішення завдання у цій постановці будемо застосовувати метод прямого варіаційного обчислення.

На робочій поверхні диска виділяємо елементарну ділянку  $dl$ , на яку діє нормальний тиск ґрунту  $q$  і сила тертя ґрунту, що рухається  $qf$ ,  $\alpha$  – кут між дотичною до кривої, що описує профіль робочої поверхні диска, і віссю  $Ox$ . При цьому, вважаємо, що диск у ґрунті переміщається з постійною швидкістю.

В результаті проєкцій діючих сил на вісь  $Ox$  та перетворень і підстановок отримаємо вираз визначення тягового опору диска у ґрунті:

$$R_x = \int_0^{x_k} (f + y') \cdot \left( a_1 + \frac{a_2 y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right) \cdot dx \quad (1)$$

де  $a_1, a_2$  – постійні коефіцієнти, що залежать від фізико-механічних властивостей ґрунту.

Рівняння кривої, що забезпечує екстремальне значення функціоналу (1) та задовольняє умовам постановки задачі, шукаємо у вигляді:

$$y = y'_0 x + \frac{x^2 (y_k - x_k y'_0)}{x_k^2} + c_1 x^2 (x - x_k) + c_2 x^3 (x - x_k), \quad (2)$$

де  $c_1, c_2$  – постійні коефіцієнти, що підлягають визначенню.

Після підстановки рівняння (2) в рівняння (1) завдання зводиться до знаходження значень коефіцієнтів  $c_1, c_2$ , що визначають профіль леза ґрунтообробного диска. Взявши частні похідні від отриманого рівняння по  $c_1, c_2$  з урахуванням змінної межі інтегрування  $x_k$  і прирівнявши їх до нуля та з урахуванням умови трансверсальності між рівнянням кривої, що шукається, і рівнянням  $x=x_k$ , яке визначає вимоги до розміщення граничних точок отримуємо таку систему рівнянь:

$$\frac{\partial R_x}{\partial c_i} = \int_0^{x_k} \left\{ \left( a_1 + \frac{a_2 y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right) + \frac{a_2 (f + y')}{(1 + y'^2)^{\frac{3}{2}}} \right\} \cdot \frac{\partial y'}{\partial c_i} \cdot dx + (f + y'_1) \cdot \left( a_1 + \frac{a_2 (f + y'_1)}{\sqrt{1 + (y'_1)^2}} \right) \cdot \frac{\partial x_k}{\partial c_i} = 0; \quad (3)$$

( $i=1,2$ )

$$f a_1 \sqrt{(1 + y_1'^2)^3} - a_2 y_1'^2 (1 - f y_1') = 0$$

Отриману систему рівнянь доцільно вирішити чисельним методом із застосуванням персонального комп'ютера. В результаті рішення будуть

визначені  $x_k$ ,  $c_1$ ,  $c_2$  які після їх підстановки в рівняння (2) приведуть до рівняння кривої, що визначає профільну лінію леза диска з найменшими витратами енергії.

### Список літератури:

1. Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Каденко В.С., Блезнюк О.В., Дяконов С.О. Дослідження впливу параметрів леза на енергетичні характеристики робочих органів культиваторів // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів» – Вип.4. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – С. 236-242.
2. Пащенко В.Ф. Моделирование взаимодействия с почвой рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий. Монография. – Харків, 1994. – 134 с.
3. Дяконов С.О., Пахучий А.М. Аналіз технологій вирощування зернових культур та конструкцій сівалок прямої сівби / Харків: ДБТУ, 2022. – С. 258-260.
4. Дяконов С.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сівалки прямого сіву. – Харків, 2007. – 20 с.
5. Рожков А.А., Дяконов С.А., Пахучий А.Н. Средства механизации в перспективных технологиях выращивания зерновых культур / Инженерия природокористування. – Харків, 2016. № 1 (5). С. 53-57.
6. Kozachenko O. Results of numerical modeling of the process of harvesting the seeds of flax by a harvester of the stripping type / O. Kozachenko, A. Pakhuchyi, O. Shkregal, S. Dyakonov, O. Bleznyuk, V. Kadenko // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2019. - № 3(1). - С. 66-74.
7. Харченко С. О., Анікеєв О. І., Циганенко М. О., Антощенков Р. В., Качанов В. В., Калюжний О. Д., Гаєк Є. А., Сорокотяга Г. В. Оцінка якості роботи борони-луцильника «Дукат-4» з стійками кріплення дисків різної жорсткості. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 180 «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2017. С. 274-282.
8. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.:ТОВ «Планета-Прінт», 2020.– 140 с.