

РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ГРУНТООБРОБНО-ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ З АВТОМАТИЧНИМ РУХОМ ПО ПОЛЮ

І.В. Горбенко, інж.

Одеський державний аграрний університет

Розроблена методика оптимізації складу комбінованого агрегату для обробки ґрунту і сівби з автоматичним рухом по полю.

Ключові слова: дозатор, землеробство кероване, культиватор, рух автоматичний, сівалка, технологія.

Вступ. Сучасна ґрунтообробна і посівна техніка є далеко не у всіх господарствах Одеської області. Аналіз показує, що ресурсозберігаючими знаряддями для обробки ґрунту забезпечені тільки чверть господарств. Останні обробляють свої поля застарілою ґрунтообробною технікою, яка потребує багато палива і мало підходить для сучасних технологій.

Проблема. Ресурсозберігаючими знаряддям для виконання основної обробки ґрунту (замість плуга) може бути розпушувач, дискова борона, пошаровий культиватор [1]. Їх використання зумовлено необхідністю комплексного забезпечення рослинництва енергозберігаючими засобами механізації основної обробки ґрунту, переходом до ресурсозберігаючих технологій і відповідних комплексів машин, зонально адаптованих, зокрема до систем «керованого землеробства», розробленням екологічно ощадних способів механізованого обробки ґрунту для реалізації інтегрованого захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, створенням нових комбінованих багатоопераційних та багатофункціональних технічних засобів обробки ґрунту для реалізації технологій мінімалізації антропогенного впливу на ґрунт. Ці знаряддя дозволяють мінімізувати основний обробок ґрунту, істотно (на 10...25 %) скоротити сумарні витрати ресурсів при вирощуванні традиційних для України сільськогосподарських культур, переважно за рахунок глибокої диференціації нових технологій [4]. Комбінований культиваторне-посівний агрегат може бути виконано на загальній рамі або складатися з культиватора та причепленою позаду сівалкою. Перший більш дешевий, другий більш універсальний.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз конструкцій комбінованих культиваторне-посівних агрегатів на загальній рамі показує, що на Україні використовуються як вітчизняні, так і іноземні культиваторно-посівні агрегати. Диференційоване застосування вітчизняних культиваторних агрегатів нового покоління під певні культури приводить до зменшення загальної кількості машин порівняно з існуючими комплексами в 2 рази, що пов'язано з розширенням функціональних можливостей нових знарядь [4]. Основний обробіток ґрунту комбінованими

культиваторними агрегатами під зернові та зернобобові культури в умовах стислих агротехнічних термінів потрібно виконувати на глибину 16...24 см.. Технологічну операцію залежно від ґрунтово-кліматичних умов здійснюють за один прохід комбінованих культиваторних агрегатів. Комбінований культиваторний агрегат має працювати на швидкостях 8...12 км/год., у тому числі під час роботи на важких суглинистих ґрунтах підвищеної вологості із великою кількістю пожнивних залишків на поверхні. Для поліпшення якості подрібнення рослинних решток на знарядді встановлюють двошарові або тришарові культиваторні лапи [3]. Ступінь загортання рослинних решток при основному культиваторному обробітку ґрунту має становити не менше ніж 40 %, якість розпушення — не нижче ніж 75 % фракцій діаметром менш як 50 мм. Висота гребенів поверхні не повинна перевищувати 5 см. Ступінь підрізання бур'янів має бути 95...100%. Зараз найбільш розповсюджені в Україні комбіновані агрегати для культивації і сівби – комбіновані сівалки фірми Джон Дір. Так пневматична зернова сівалка серії 1890 призначена для роботи по нульовій технології. Сівалка призначена для роботи в важких умовах. Сошник серії 90, котрий розрізає ґрунт під кутом, дозволяє максимально використовувати весінню вологу. За рахунок централізованої зміни тиску на сошниковий брус (до 181кг) досягається гарна адаптація до різних умов на полі. Індивідуальне копіювання кожного сошника забезпечує ідеальну заробку насіння без викидання на нерівностях. Можливе компонування переднього та заднього сошникового бруса для внесення мінеральних добрив в міжряддя. Використання систем керування Parallel Tracking та AutoTrac збільшує продуктивність до 20% за рахунок уникнення перекриттів та оптимальних розворотів. Висівний насіннепровід зі скрепером розташований на одній лінії з дисковим сошником. Це означає, що зерно попадає прямо на дно рядка. Контроль глибини дуже простий: він здійснюється за допомогою важеля, що розташований над кожним колесом регулювання глибини. Модернізований сошник призначений для роботи в важких умовах, по нульовій технології обробітку ґрунту. Моделі з робочою шириною 9,1 та 10,9м моделі в транспортному положенні складають лише 4,37м в ширину, 12,2 та 12,8м сівалки - 5,59м в ширину. На пневматичних сівалках серії 1890 та 1895 використовуються сошники серії 90. Нові універсальні сівалки моделей 1830 та 1835 із пневматичною системою висіву для проведення посіву по мінімальній технології обробітку ґрунту, яка замінила сівалку 1820 у модельному ряді John Deere. Сівалка обладнана анкерними сошниками зі стрілочними лапами, які дозволяють проводити одночасну передпосівну підготовку та посів, із можливістю одночасного внесення гранульованих мінеральних добрив сівалка 1830, та одночасного внесення стартових гранульованих мінеральних добрив та внесення основних мінеральних добрив у міжряддя (здійснюється за допомогою дискового сошника) сівалка 1835 (аналогічна до сівалки 1895). Основною відмінністю сівалки 1830 від сівалки 1820 є те, що у сівалці 1830 використовується більш гнучка рама на шарнірних з'єднаннях, що дозволяє

ще краще копіювати поверхню ґрунту та витримувати глибину висіву. Сівалка складається з двох частин: попереду культиватор, який здійснює попередній обробіток ґрунту, а позаду сівалку, з використанням дводискових сошників (такі сошники використовуються на сівалках моделі 455). Ця сівалка ідеально підходить для роботи при класичній та мінімальній технологіях обробітку ґрунту. Культиваторна лапа здійснює тиск на ґрунт до 68 кг. Висота лапи складає 610 мм. Ці параметри усувають рух лапи (коливання) з боку в бік а покращують якість культивації. Дводискові сошники розташовані у шаховому порядку забезпечують відмінний контроль робочої глибини та контакт насіння з ґрунтом на полях з залишками рослинних решток до 40% здійснюючи при цьому мінімальне відкидання ґрунту. Леза дисків мають фаску для покращеного проникання у ґрунт та розрізання пожнивних решток. Вузкий кут між лезами дозволяє робити рівне насіннєве ложе. Кожен сошник має пружину з ходом до 381 мм, що дозволяє краще проходити навіть по полю з кам'янистим ґрунтом. Зернові сівалки Джон Дір 740А, 750А призначені для посіву зернових культур. Пневматична зернова сівалка 740А призначена для роботи по мінімальній або класичній технологіях обробітку ґрунту, в той час як сівалка 750А призначена для роботи по нульовій технології. Сівалки цього типу забезпечують точний посів, який досягається за рахунок пневматичної системи висіву. Менша кількість проходів забезпечує економію пального та робочого часу оператора. Зменшується ерозія та ущільнення ґрунту, зберігається волога. Переваги пневматичної зернової сівалки з дводисковим сошником 740А: Дводискові сошники вкладають зерно щільно в вологий ґрунт для швидшого проростання посіву; "Активна" гідравлічна система забезпечує перемінний тиск на кожний сошник від 0 до 50кг для якісного розміщення насіння та кращого його проростання; Робоча ширина 6 м (зерновий бункер 2 300л); Робоча ширина 8 або 9 м (зерновий бункер 3 500л).

Більш універсальними є культиваторне-посівних агрегатів, які складаються з двох с./г. машин. На вітчизняних заводах серійно випускають ефективні ґрунтообробні знаряддя на основі плоскорізних та чизельних робочих органів. У цих розпушувальних агрегатах застосовують ефективні ротаційні приставки для подрібнення і вирівнювання поверхневого шару ґрунту. Такі знаряддя відіграють важливу роль під час обробітку схилових (3...7°) земель, зокрема, при впровадженні контурно-меліоративної ґрунтозахисної системи землеробства. Вони сприяють додатковому накопиченню 12... 15 мм продуктивної вологи, тому їх рекомендується використовувати, зокрема, на півдні України. За потреби більш інтенсивного обробітку поверхневого шару ґрунту — подрібнення рослинних решток — поширюється обробіток чизельними культиваторами, до складу робочих органів яких додаються також дискові секції або окремі диски (ПЩН-2,5, КРН-4,5, КШН-5,6 тощо). Ці знаряддя широко застосовують при основній підготовці ґрунту під зернові культури. У комбінованих культиваторах для поверхневого обробітку ґрунту

забезпечується ешелонованість розміщення робочих органів та збільшення загальної ширини захвату. Широко використовуються підпружинені робочі органи з розпушу вальними (долотоподібними) або полільними лапами 300...330 мм завширшки, ротаційні подрібнювачі грудок й вирівнювачі поверхні. Важкими культиваторами типу КТС-10 можна здійснювати мілке розпушення ґрунту на глибину до 16 см. Ці знаряддя мають дещо меншу продуктивність, ніж дискові борони, але сприяють затриманню більшої кількості вологи в посушливий період, менше розпилюють структуру ґрунтових агрегатів, забезпечують вищу протиерозійну стійкість поверхні ґрунту. Особливо висока ефективність застосування цих знарядь при підготовці ґрунту під озимі культури. Як правило, посушливий період, короткі терміни і високі вимоги до якості підготовки поля під посів - це умови, за яких мілкий обробіток без обертання скиби є найефективнішим. З вітчизняних сівалок в комбінованих ґрунтообробно-посівних агрегатах можливо використання сівалки СЗПЦ-12 (сівалка зернотукова пневматична з централізованим дозуванням, шириною захвату 12м) призначена для рядкової сівби зернових, бобових і круп'яних культур з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив. Складається із зернотукового бункера, дозаторів насіння та добрив, розподільної системи, двох вентиляторів, опорно-приводних коліс, центральної рами та сошникової частини. Дозатори (катушкового типу) встановлені у нижній частині бункера. Сівалка має два дозувальних апарати для насіння і чотири для добрив, розподільна система - розподільні головки першого та другого ступенів. Сошникова частина складається із лівої та правої секцій і самовстановних коліс. На секціях розміщені дводискові або кілевидні сошники і загортачі пальцевого типу. У корпусі дозаторів насіння знаходяться ежекторні пристрої (камера і конфузозом з дифузозом). Розподільна головка першого ступеня — десятиканальна, а головки другого ступеня - восьмиканальні. Насіння та добрива надходять у корпуси дозаторів. Катушка дозатора насіння, обертуючись, подає насіння в корпус ежекторного пристрою, з якого повітряним потоком, що створюється вентилятором, подається в повітропровід. Одночасно катушково-штифтові висівні апарати подають мінеральні добрива в цей повітропровід. Далі добрива разом з насінням надходять до розподільної головки першого ступеня, а потім до головок другого ступеня, які розподіляють матеріал по насіннепроводах, подають його в сошники і в борозни. Закривають борозни загортачі. Для динамічного регулювання норми висіву змінюють привод катушкових дозувальних апаратів на електричний. З вітчизняних сівалок в комбінованих ґрунтообробно-посівних агрегатах можливо використання сівалки заводу «Червона зірка»: -СЗ-3,6-А-01 рядкова, обладнана однодисковими сошниками і використовується для сівби, підсіву насіння та підживлення рослин мінеральними добривами; - СЗ-5,4А - рядкова сівалка для сівби зернових та інших культур з шириною захвату 5,4 м; - СЗ-10,8А -

рядкова сівалка для сівби зернових та інших культур з шириною захвату 10,8 м.

Мета досліджень. Оптимізації складу комбінованого культиваторне-посівного агрегату для перспективного трактора типу ХТА-200 «Слободжанець».

Результати досліджень. Оптимізація складу агрегату проходить у три етапи :- розрахунок межі зміни ширини захвату машин;- вибір робочих органів і розрахунок фактичної ширини захвату ґрунтообробної машини; - оптимізація ширини захвату ґрунтообробного агрегату . Перший етап починаємо з визначення діапазону агротехнічне допустимих швидкостей руху агрегату: $V_{min}=2\text{ м/с}$; $V_{max}=4\text{ м/с}$, (де V_{min} , V_{max} – відповідно максимальна і мінімально агротехнічне допустима швидкість руху трактора) [2]. Розрахункова ширина захвату для причіпних ґрунтообробно-посівних агрегатів , V_{max} , м, розраховується за формулою:

$$V_{max} = P / (K_1 + G_m \cdot (f_t + i/100)), \quad (1)$$

де P – тягове зусилля трактора, кН; K_1 – питомий опір с/г. машини, кН / м;

$$K_1 = K_{max} \cdot K_a \cdot K_w \cdot K_v, \quad (1.2)$$

де K_{max} - питомий опір с/г. машини, кН / м; K_a , K_w , K_v - коефіцієнти, що враховують глибину обробки, вологість ґрунту та швидкість руху машини.

Величину тягового зусилля трактора для заданих умов, P , кН :

$$P_{tz} = P_{руш} + P_f + P_i, \text{ кН}, \quad (3)$$

де $P_{руш}$ - рушійна сила, кН;

Рушійна сила трактора на кожній передачі:

$$P_{руш} = P_g, \quad (4)$$

якщо $P_g < F_{max}$;

$$P_{руш} = F_{max}, \quad (5)$$

якщо $P_g > F_{max}$;

де P_g -дотична сила тяги , кН, F_{max} - максимальна сила зчеплення ходового апарату з ґрунтом, кН.

$$F_{max} = M \cdot G_{зч}, \text{ кН}, \quad (6)$$

де M - коефіцієнт зчеплення; $G_{зч}$ - зчіпна вага трактора, кН; P_f - сила опору руху, кН;

Силу опору коченню трактора:

$$P_f = G_{тр} \cdot f_t, \text{ кН}, \quad (7)$$

де f_t - коефіцієнт опору коченню трактора ; P_i - сила опору руху трактора на підйом, кН;

$$P_i = G_{тр} \cdot (i/100), \quad (8)$$

де i - нахил місцевості, відсотки .

$$\text{Питома вага машини, } G_{пв}, \text{ кН/м: } G_{пв} = G_m / B_m, \quad (9)$$

де G_m - вага машини, кН; B_m - конструктивна ширина захвату машини, м.

Розрахунок ширини захвату знаряддя ведемо для нового гусеничного трактору ХТА-200 «Слободжанець» класу 50кН [5]. В якості перемінних

факторів були вибрані: швидкість руху, км/год., (7,8км/год., 8,9км/год., 9,9км/год., 11,8км/год.); глибина культиваторної обробки, см, (10, 12, 14 і 16 см); вологість ґрунту, відсотки, (12%- сухий ґрунт, 20%- ґрунт фізично стиглий, 26%- вологий ґрунт.). На другому етапі ми коректуємо ширину захвата, вибираючи стандартні робочі органи і ширину захвату. У нашому випадку ширину захвата може коливатися 10м, 10,8м і 12м. При цьому необхідно забезпечити якість обробки та завантаження двигуна трактора на 85...90 % . На третьому етапі ми використовуємо програму PLP для вибору оптимального агрегату. Структурна економіко - математична модель для оптимізації ширини захвату має слідує вигляд. У моделі прийняті позначення: i - індекс тракторів і машин; j - індекс робіт; k - індекс агрегату; t - індекс періоду виконання робіт; X_i - кількість тракторів і машин і марки; X_{kjt} - кількість агрегатів з номером k , необхідних для виконання j -ї роботи в t -м періоді; A_{kjt} - продуктивність k -го агрегату, виконуючого j -ю роботу в t -м періоді; P_{jt} - об'єм j -ї роботи в t -м періоді; B_{ikj} - кількість тракторів і машин i -ї марки, k -го агрегату, виконуючий j -ю роботу; C_{kjt} - прями експлуатаційні витрати на виконання j -ї роботи k -м агрегатом в t -м період; C_i - балансова вартість i -ї машини , K_{in} - коефіцієнт інфляційного очікування курсу валют , a - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень; M - номер тракторів и машин; N - номер виконаних сільськогосподарських робіт; N_t - номер робіт, виконаних в t -м періоді; I - номери машино-тракторних агрегатів; L_j - номер машино-тракторних агрегатів, для j -ї роботи; T - номер розрахункових агротехнічних строків виконання робіт. Ціль розрахунків: знайти таку ширину захвату агрегату, при якій з'являється мінімум приведених витрат на виконання заданих обсягів робіт:

$$\sum_{t \in T} \cdot \sum_{j \in N} \cdot \sum_{k \in L} C_{kjt} \cdot K_{in} \cdot X_{kjt} + a \cdot \sum_{i \in M} C_i X_i \rightarrow \text{MIN}, \quad (10)$$

при виконанні обмежень по виконанню усіх робіт в задані оптимальні агротехнічні строки:

$$\sum_{k \in L} a_{kjt} * X_{kjt} = P_{jt}, \quad (i \in N, t \in T); , \quad (11)$$

Висновки. Результати розрахунку перспективного комбінованого культиваторне-посівного агрегату з трактором ХТА-200 «Слободжанець», показують, що мінімальна ширина захвату комбінованого культиваторне-посівного агрегату може бути 10,2 м, а максимальна – 12,2 м. Оптимальною шириною захвату являється ширина захвату 10,8 метрів, якщо агрегат буде працювати на глибину культивації 0,14 метра і сівби 0,08м з перспективним трактором ХТА-200 «Слободжанець». Диференційоване застосування комбінованого культиваторне-посівного агрегату нового покоління під зернові колосові культури приводить до зменшення загальної кількості машин порівняно з існуючими комплексами в 2 рази і витрат пального до 30%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горбенко І.В. Оптимізація складу агрегату для протиерозійної обробки ґрунту на схилах в умовах фермерських господарств півдня України. // Аграрний вісник Причорномор'я : Технічні науки. – Одеса : ТЕС, 2001. - Вип. 4 (12). – С. 13 - 18.
2. І.В. Горбенко, А.В. Савчук // Аграрний вісник Причорномор'я : Технічні науки. – Одеса : ТЕС, 2000. - Вип. 3 (11). – С. 3 - 8.
3. Заїка, Павло Миколайович Теорія сільськогосподарських машин : Ґрунтообробні машини / П.М. Заїка. – Х. : Око, 2002. - Т. 1. Ч. 1. – 480 с. : іл.
4. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; ред. Д.Г. Войтюк. – К. : Вища освіта, 2005. – 464 с. : іл.
5. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник [Текст] / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; ред. Д.Г. Войтюк. – К. : Вища освіта, 2004. – 544 с. : іл.
6. Цуканов Ю.С. Результати впровадження ґрунтообробно - посівного агрегату з автоматичним рухом по полю / Ю.С. Цуканов, І.В. Горбенко // Аграрний вісник Причорномор'я : Технічні науки. – Одеса : ТЕС, 2010. - Вип. 55. – С. 130 - 135.

РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИМІЗАЦІЇ СОСТАВА ПОЧВООБРАБАТЮВАЮЩЕ-ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА С АВТОМАТИЧЕСКИМ ДВИЖЕНИЕМ ПО ПОЛЮ

Горбенко И.В.

Ключевые слова: дозатор, земледелие управляемое, культиватор, движение автоматическое, сеялка, технология.

Резюме

Разработана методика оптимизации состава комбинированного агрегата для обработки почвы и посева с автоматическим движением по полю.

CHOICE OF OPTIMIZATION OF STRUCTURE OF THE ПОЧВООБРАБАТЮВАЮЩЕ-SOWING UNIT WITH AUTOMATIC MOVEMENT ON THE FIELD

Gorbenko I. V.

Key words: дозатор, agriculture controlled, a cultivator, movement automatic, a seeder, technology.

Summary

The technique of optimization of structure of the combined unit for processing ground and crop with automatic movement on a field is developed.