

УДК 631.31.6

Г.Р. Мерцедін, пошукач
Житомирський НАУ

Використання поворотних і оборотних плугів, які утворюють трапецієподібну борозну

Найбільш енерговитратними процесами в вирощуванні різних культур є основний обробіток ґрунту – оранка. Створення нових плужних поверхонь і нових перерізів борозни є дуже важливим питанням, яке сприятиме різкому покращенню якості обробки – зниженню матеріальних витрат.
поворотні плуги, оборотні плуги, пружно-в'язко-пластичне руйнування, складний переріз борозни

Використання плугів взагалі в умовах Полісся дещо ускладнюється в зв'язку з характерними ґрунтовими умовами. Одною з головних складностей є те що оброблювані площі мають досить не великі розміри і складну форму. Вони часто розташовані на похилих берегах річок і ярів. В таких місцях обробка ґрунту ускладнюється тим, що не можна орати в складок чи в огонь, а потрібно обертати його тільки в одну сторону, вгору по схилу. Обробка ґрунту звичайними плугами в таких місцях ускладнена тому що рух агрегату по колу часто не можливий. Тому постає питання про використання поворотних і оборотних плугів.

Постановка проблеми.

Існуючі поворотні плуги різних моделей мають ряд досить важливих недоліків. В силу своїх конструктивних особливостей існуючі плуги не в повному обсязі забезпечують агротехнічні вимоги, а також призводять до часткового руйнування агрономічно цінних структур ґрунту. Крім цього вони мають ряд конструктивних недоліків: велику металоємкість, підвищений центр ваги. Ці недоліки обумовлюють погану рівномірність руху агрегату, ускладнення управління і іноді зниження економічної ефективності.

Постало питання про розробку нових оборотних і поворотних плугів з іншими конструкціями і профілями робочих поверхонь які б змогли забезпечити більш високу якість обробки ґрунту за основними агротехнічними показниками і підвищити економічність експлуатації машин і агрегатів.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання.

Сьогодні в нашій країні і за її межами використовують багато моделей оборотних плугів. Всі вони мають схожі конструкції. Розміщені відносно рами розміщені дзеркально виготовлені плужні корпуси. Конструкції цих корпусів частіше всього повністю повторюють конструкції корпусів, використовуваних на звичайних плугах. Методи розробки нових плужних корпусів останнім часом зводяться до копіювання більш вдалих конструкцій існуючих плугів. Головним чином змінюється конструкція під можливості заводу виробника. Нині виникла проблема в тому, що виробники втратили зв'язок з агрономами і оранка іноді не поліпшує, а навіть погіршує якість обробки ґрунту.

Ми поставили перед собою завдання проаналізувати роботу існуючих конструкцій плужних корпусів. Були розроблені, виготовлені і випробувані два

плужних корпуса поворотний і обертовий (рис. 1, 2). Обидві конструкції захищені патентами України на винахід. [6, 7] Ці плужні корпуси повністю відмінні від існуючих в нашій країні і за кордоном. Випробування проводились на різних ґрунтах в порівнянні з плужним корпусом, який більш масово використовують в сільському господарстві «Культурним» (рис. 3). Перші випробування одразу показали істотні відмінності в роботі експериментальних плужних корпусів і «Культурного» корпуса.

Об'єкт та методика досліджень.

Процес роботи, конструкційні та технологічні параметри двосторонніх поворотних і обертових плугів адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов Полісся України описаних вище. Динаміка агротехнологічних показників обробки орного шару в процесі взаємодії робочого органа з оброблюваним профілем ґрунту.

Головна відмінність розроблених плужних корпусів від «Культурного» в тому, що ці корпуси вирізують скибу, як тепер називають «Ромбоподібну», а звичайні корпуси формують скибу прямокутної форми. Стінка борозни після проходу експериментальних корпусів залишається складної форми. Поверхня зораної площі після проходу експериментальних корпусів утворюється досить гладкою. Традиційні ж корпуси залишають після своєї роботи гребенисту поверхню.



Рисунок 1 - Корпус плуга поворотний. [7]



Рисунок 2 - Корпус плуга обертовий [6]



Рисунок 3 - Корпус плуга «Культурний»

Аналіз робочого процесу і параметрів розроблених конструкцій двосторонніх поворотних [7] і обертових [6] плугів в порівнянні з класичним плужним корпусом «Культурним» проводився з використанням аналітичних основ землеробської механіки і теоретичних основ пружно-в'язко-пластичного руйнування ґрунтового середовища з урахуванням його напружено-деформованого стану.

Експериментальні дослідження проводяться в лабораторно-польових умовах з використанням експериментального обладнання, дослідних зразків розроблених плужних корпусів.

Найбільш близьким прототипом оборотного плуга став плуг ПО-23, інших аналогів не знайдено.

Оцінка якості роботи плуга проводилась по кільком параметрам. Програма оцінки якості роботи плуга розроблена ще на початку ХХ століття [1].

Для вивчення явищ які відбуваються в ґрунті під час оранки були потрібні методи, які дозволили б об'єктивно оцінити всі процеси і порівняти роботу різних корпусів. Наявні методи досліджень не завжди дають вичерпну інформацію про явища, які спостерігаються.

Для початку перевірка і уточнення конструкційних і технологічних параметрів проводилась з використанням моделі-імітатора ґрунтового каналу. Модель-імітатор виконана в вигляді металевого жолоба з розміщеною в ньому реологічною моделлю ґрунту. Для цього експерименту були виготовлені моделі плужних корпусів в масштабі 1:10. Цей метод розроблений і описаний в дисертаційній роботі Кухарця С.М. [3].

Першим питанням було взяття проб ґрунту з борозни. Для цього було виготовлено спеціальне пристосування [2].

При вивченні роботи сільськогосподарської машини (особливо ґрунтообробних знарядь, зокрема плугів), одне з перших місць займає вивчення опору, який створює машина при роботі. Часто результати такого дослідження стають основою вибору тієї чи іншої машини, робота в умовах ґрунтової різниці, вологості, засміченості і т.д.

Опір знаряддя визначали з діаграм, знятих під час руху за допомогою динамометра оснащеного самопишучим пристроєм (Динамографом), включеним в тяглову ланку механізму. Маючи на увазі, що такого самопишучого пристрою не існує, був розроблений Динамограф, конструкція якого захищена патентом України на винахід. [8] Використавши результати, отримані за допомогою Динамографа, були побудовані графіки. На них чітко видно, що опір всіх трьох корпусів приблизно однаковий.

Враховуючи те, що площа робочої поверхні корпусів різна, тобто площа поворотного [7] корпуса найменша, а площа обертового [6] корпуса найбільша, можна стверджувати, що у обертового [6] корпуса плуга питомий опір найменший. Стабілізація руху корпусів теж різна за часом. У контрольного «Культурного» корпуса стабілізація руху настає через 1,5с, у поворотного [7] корпуса– за 1с, а у обертового [6]– через 0,5с.

Всі вимірювання проводились паралельно з вимірами твердості ґрунту і взяттям проб на вологість на трьох різних глибинах в діапазоні глибини оранки.

Для вивчення переміщення і обертання ґрунту ми підготували ділянку. Шари ґрунту по глибині ми розділили прошарками сухої фарби різних кольорів завтовшки приблизно 1см. [2]

Після обробки ділянки зробили зріз скиби і чітко стало видно характерне розміщення кольорових прошарків.

В порівнянні з контрольним плужним корпусом поворотний корпус показав кращий результат переміщення, а обертовий виявився найкращим.

Виникла потреба вивчити більш детально рух часток ґрунту при обробці. Ми використали метод, відомий ще на початку ХХ століття. Його суть в тому, що в стінку борозни перпендикулярно руху знаряддя на різних глибинах вставляють гіпсові або борошняні стрижні. Потім по уламках стрижнів визначають переміщення часток ґрунту [2].

Трошки змінивши зазначений метод, ми використали замість борошняних стрижнів тонкі макаронні вироби типу «Спагеті», розфарбувавши стрижні по довжині в різні кольори. Це дозволило легше визначати місце і положення уламків стрижнів. Маючи на увазі, що ці стрижні дуже ламкі (при плечі 2см зусилля руйнування 60г) з'явилась можливість виміряти зусилля, які виникають всередині шару ґрунту біля робочої поверхні.

При роботі контрольного корпуса стрижні ламались на шматки розміром 1; 1,5; 2 см. Це свідчить про зусилля в ґрунті від 0,6 до 1 Н. Крім цього, уламки переміщуються вперед до 20 см і перемішувались з ґрунтом.

При роботі поворотного [7] корпуса на глибині, яка дорівнює половині глибини оранки, стрижні залишились цілими, або ламались на 2 частини, що свідчить про зусилля 0,3 Н, повернутими на 180° і сильно переміщені вперед. На інших глибинах стрижні ламались на 2–3 частини.

При роботі обертового [6] корпуса стрижні залишались цілими на всіх глибинах, зміщувались вперед і розміщувались майже вертикально. Збереження стрижнів цілими свідчить про зусилля 0,08 – 0,1 Н.

Для класичних плужних корпусів існує жорстке відношення глибини оранки до ширини захвату (1,27). [4]. Для обертового [6] плужного корпуса ця залежність не важлива. Якість обробки при різних глибинах залишалася незмінною. При цьому виявилось: при збільшенні ширини захвату в 1,5 рази, опір зріс на 15%.

Якість рихлення є теж одним з найважливіших показників роботи плугів.

Обертовий [6] плужний корпус показав краще рихлення – фракції 1 – 10 мм дають найбільший відсоток – 69 %. Грудок і пилу – 1 %, найменший. Плуг поворотний [7] дає загальне рихлення на 6% менше за обертового – 62,5 % [6]. Контрольний дає найменший – 44 % рихлення. Найбільший відсоток грудок – 23,6 і пилу 9%.

Шпаруватість є другою головною вимогою до роботи плугів. Ми визначали шпаруватість, заливаючи ґрунт швидко застигаючим розчином гіпсу. Після застигання розрізали його і робили шліф. [2]. Потім визначали шпаруватість за площею світлих плям. Спосіб визначення шпаруватості ґрунту захищений патентом України на винахід. [5]:

- для контрольного корпусу шпаруватість становила 10,9% від площі розрізу;
- для поворотного – шпаруватість становила 11,2% від площі розрізу;
- для обертового – шпаруватість становила 22,8% від площі розрізу.

Гребнистість поверхні ґрунту – побічний показник якості обробки і кришення. Ми визначали гребнистість методом згідно ГОСТ 26244-84:

- для контрольного корпусу гребнистість становить – 22%;
- для поворотного – 7%;
- для обертового – 6%.

Спираючись на результати даного дослідження, можна констатувати, що після роботи експериментальних плужних корпусів в порівнянні з контрольним гребнистість на багато менша в відсотковому вигляді.

Для того, щоб побачити, що відбувається в шарі ґрунту біля робочої поверхні плужного корпусу була використана комп'ютерна програма Solid Works 2008. Ця програма дозволяє у вигляді анімації з урахуванням багатьох параметрів побачити рух часток ґрунту з зазначенням за допомогою різних фарб величин параметрів, які ми вивчаємо в даний момент. Ця програма показала, що при випробуванні контрольного плужного корпусу тиск біля робочої поверхні різко підвищується, особливо в деяких місцях. В реальних умовах в цих місцях відбувається інтенсивне зношування робочих поверхонь.

При випробуванні обертового плужного корпусу тиск біля робочої поверхні різко знижується. Швидкість часток ґрунту теж різко зменшується.

Висновки.

Результати аналізу теоретичних досліджень і практичних експериментів свідчать, що використання поворотних і обертових плугів в системі основної обробки ґрунту в умовах Полісся України може дати істотний економічний ефект. Особливо це помітно при використанні цих плугів, але зі змінами ряду основних параметрів. Випробування розроблених нами конструкцій поворотного [7] і обертового [6] плугів підтвердили теоретичні припущення про те, що, змінивши переріз борозни, можливо різко змінити якість обробки ґрунту.

Агротехнічні показники роботи вищезазначених плугів різко відрізняються від показників роботи контрольного «Культурного» плужного корпусу.

Поверхня ґрунту після використання експериментальних плужних корпусів утворюється рівною, без гребенів, з добре заробленими рештками рослин.

Динамометрування теж показало переваги експериментальних корпусів перед традиційними.

Дослід з борошніями стрижнями говорить про те, що всередині скиби утворюються умови, які не шкодять корисній фауні. При цьому максимально розпушується ґрунт.

Явища, виявлені під час використання комп'ютерної програми Solid Works, наявно демонструють те, що зниження тиску і швидкості поблизу робочої поверхні плужного корпусу веде до істотного зниження зношування деталей, а значить може

дозволити більш довгу експлуатацію машини без ремонту. Тільки це зможе заощадити значні кошти, не кажучи про екологічні переваги.

Вищенаведене дозволяє зробити висновок, що плужні корпуси зі складним перерізом борозни дозволяють скоротити кількість проходів при підготовці ґрунту до сівби.

Це твердження говорить про економічний зиск, особливо якщо підвищити захват агрегату без істотного підвищення опору.

Перспективи подальших досліджень.

Наші дослідження доказують необхідність додаткових регулювань в конструкції плужних корпусів. Необхідність регулювати точку прикладання сили відносно точки бокового опору в залежності від конкретних умов роботи агрегату. Виникли підозри в відсутності необхідності польової дошки. Це припущення потребує нових досліджень. Необхідно детальніше вивчити явища, пов'язані з утворенням хвиль в ґрунті і як результат підвищений знос робочих поверхонь плугів.

Список літератури

1. Известия бюро по сельскохозяйственной механике – С. Петербург, 1911. - Год III выпуск второй. – С. 277-278.
2. Известия бюро по сельскохозяйственной механике – С. Петербург, 1914. - Год VI выпуск третий. – С. 12-65.
3. Кухарець С.М. Обґрунтування процесу роботи та параметрів ротаційно-лопатевого робочого органу ґрунтообробного знаряддя: дис. ...канд.. техн.. наук: 05.05.11. / С.М. Кухарець. – Житомир, 2003. – Розд. 3.2.
4. Полевицкий К.А. Сельскохозяйственные машины и орудия, / К.А. Полевицкий – М.; Л.: Сельхозгиз, 1940. – С. 57-58, 72-76.
5. Пат. 84647 Україна, МПК G01N 33/24, G01N 15/08, G01N 1/00. Спосіб визначення шпаруватості ґрунту /Дідора В.Г., Мерцедін Г.Р., Тишковський В.В.; заявник і патентовласник Держ. вищий навч. заклад «Держ. агрокол. ун-т». - № а 2007 04196; заявл. 16.04.2007; опубл. 10.11.2008, Бюл. №21.
6. Пат. 84932 Україна, МПК A01B 3/00. Корпус плуга Мерцедіна обертовий / Мерцедін Г.Р.; заявник і патентовласник Держ. вищий навч. заклад «Держ. агрокол. ун-т». - № а 2006 13414; заявл. 18.12.2006; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23.
7. Пат.86757 Україна, МПК A01B 3/00. Плуг поворотний Лося-Мерцедіна / Лось Л.В., Мерцедін Р.М., Мерцедін Г.Р.; заявник і патентовласник Житомир. нац. агрокол. ун-т. - № а 2005 06597; заявл. 05.07.2005; опубл. 25.05.2009, Бюл. №10.
8. Пат. 87252 Україна, МПК G01L 1/00. Динамограф / Мерцедін Г.Р.; заявник і патентовласник Житомир. нац. агрокол. ун-т. - № а 2008 11532; заявл. 25.09.2008; опубл. 25.06.2005, Бюл. №12.

Г. Мерцедін

Использования поворотных и оборотных плугов, которые образуют трапециеподобную борозду

Наиболее энергозатратными процессами в возделывании полевых культур является основная обработка почвы – пахота. Создание новых плужных поверхностей и новых профилей борозды является актуальным вопросом, способствующим резкому улучшению качества обработки – снижению материальных затрат.

G. Mercedin

The uses of turning and circulating ploughs, which form trapezoid similar furrow

Plowing as the basis soil cultivation is the most energy – consuming process in the field crop cultivation. The problem of designing new profiles is quite topical. The above problem contributes to a considerable increase in the quality of soil cultivation and to a decrease in material expenses.

Одержано 14.09.09