

УДК 631.3.072

© М.В. Усенко, к.т.н., В.В. Оніщук
Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГНУЧКОЇ БОРОНИ З РЕГУЛЮВАНИМИ ЗУБАМИ

Обґрунтовано застосування гнучкої бороони з регульованими зубами в різних умовах роботи. Проведено аналіз роботи даної бороони в ґрунтах з різною вологістю.

БОРОНА, ЛАНЦЮГ, ЛАНКА, ЗУБ, ОСНОВА, ГРЕБЕНЯСТІСТЬ, ГРУНТ, ВОЛОГІСТЬ.

Постановка проблеми. Виконання сукупності сільськогосподарських операцій є обов'язковою умовою для отримання високого і якісного врожаю будь-якої культури. Причому дані операції повинні бути проведені в оптимальні агротехнічні строки. Основний обробіток ґрунту є першою серед всіх даних операцій. Мінімальний обробіток ґрунту, який поєднує операції оранки і боронування, є популярним останнім часом і для виконання цих операцій набуває поширення використання комбінованих знарядь і, відповідно, велике значення мають якісні показники виконання даних операцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує багато конструкцій комбінованих агрегатів для виконання операцій мінімального обробітку ґрунту. Серед них є плуги з дисковими і зубовими робочими органами, які можна віднести до класичних. Але останнім часом набули поширення плуги з так званими гнучкими боронами. Дані бороони є модульними і вони виконані у вигляді ланцюга з зубами різної форми [2, 3]. Дані машини інтенсивно обробляють ґрунт в різних зовнішніх умовах роботи. Але існуючі гнучкі бороони все-таки недостатньо пристосовані для роботи на різних за фізико-механічним складом ґрунтах через відповідну конструкцію зубів, їх кріплення і т.д. Отже і в наукових працях в даній області не підняті ці питання [1, 4].

Мета дослідження. Отримання експериментальних залежностей режимів роботи гнучкої бороони.

Результати дослідження. Проведені дослідження дозволили розробити плуг з гнучкою бороною з регульованими зубами [5]. Основна робоча одиниця даної бороони подана на рис. 1.

Борона гнучка з регульованими зубами містить ланцюговий модуль з ланками 1, кріпильні елементи 2, основи 3, шайби 4, горизонтальні пальці 5, розпушуючі зуби 6, опори 7, фігурні втулки 8, вертикальні пальці 9.

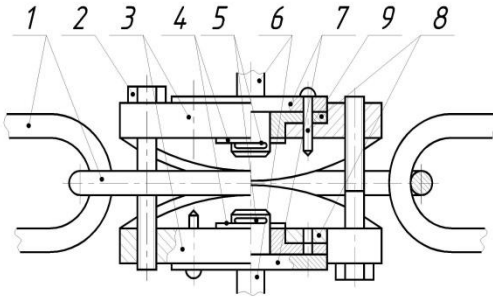


Рис. 1 – Борона гнучка з регульованими зубами (робоча одиниця):

- 1 – ланцюговий модуль з ланками; 2 – кріпильні елементи; 3 – основи;
- 4 – шайби; 5 – горизонтальні пальці; 6 – розпушуючі зуби; 7 – опори; 8 – фігурні втулки; 9 – вертикальний палець

Верхня сторона основи 3 являє собою прямокутну пластину, а нижня – дві перпендикулярні до неї напівкруглі пластини, кожна з яких має з зовнішнього боку багатогранну поверхню з радіусом описаного кола меншим, ніж радіус самої напівкруглої пластини. З одного боку прямокутної пластини виконаний паз, а з другого – різьбовий отвір, через які обидві основи 3 з'єднуються між собою кріпильними елементами, наприклад, болтами 2 на ланці модуля борони. Багатограними поверхнями основа 3 спирається на ланку, а напівкруглі пластини спираються своїми боковими поверхнями об внутрішні поверхні ланки і забезпечують стабільне положення основи по поперечній осі ланки. Обидві основи 3 закріплені до ланки за допомогою двох болтів 2, причому нерізьбова частина кожного болта біля його головки розташована впазу основи 3. По центру основи 3 виконаний отвір, в який запресована фігурна втулка 8, наприклад, бронзова. Опора 7 виконана фігурною і являє собою плоский диск, з яким жорстко скріплений виступ циліндричної форми. Для запобігання осьового переміщення опори 7 передбачені шайба 4 і горизонтальний палець 5. До верхньої дископодібної частини опори 7 жорстко закріплені розпушуючі зуби 6. У фігурній втулці 8, основи 3 та опори 7 виконані співвісні отвори, у яких розміщений вертикальний палець 9 для надійності.

Борона гнучка з регульованими зубами працює таким чином. Перед початком роботи в залежності від зовнішніх умов (тип ґрунту за механічним складом, вологість, кам'янистість та ін.) встановлюють необхідне положення розпушуючих зубів 6, що визначає режим їх роботи. Необхідне положення зубів 6, тобто кут нахилу їх до

поздовжньої осі ланки забезпечується відповідним положенням основ 3, яке фіксується за допомогою болтів 2. На рис. 1 показано таке положення основ 3, коли зуби 6 займають перпендикулярне до поздовжньої осі ланки положення і одна з граней багатогранної частини основи 3 повністю лежить на ланці. Поворотом опори 7 можна досягти співпадання отвору даної опори з отворами фігурної втулки 8 і основи 3 для вертикального пальця 9 і закріпити його. Вертикальний палець 9 можна закріпити в такому положенні, коли розпушуючий зуб 6 займе перпендикулярне положення до поздовжньої осі ланки, як і показано на рис. 1. Таке розташування всіх вказаних елементів може забезпечити якісне виконання роботи тільки в певних конкретних умовах (легкі за механічним складом, малокам'янисті, сухі ґрунти), що зустрічаються не часто. Для забезпечення більш якісного, ніж у вищерозглянутому випадку, обробітку різних типів ґрунтів необхідно змінити горизонтальні і вертикальні кути розташування розпушуючих зубів 6 до поздовжньої осі ланки. Для цього опору 7 необхідно повернути і далі зафіксувати її вертикальним пальцем 9 і, таким чином, досягти необхідне положення зуба 6 у горизонтальній площині. Для зміни кута розташування зубів 6 у вертикальній площині необхідно поміняти розташування основ 3, для чого поперемінно відпускають один і затягують інші болти 2 до тих пір, поки основи 3 не ляжуть повністю однією з граней своїх багатогранних поверхонь на ланку. При такому положенні двох основ 3, що закріплені на одній ланці, забезпечується стабільний кут розташування цих основ і відповідно зубів 6 у вертикальній площині. Оптимальні кути підбираються в залежності від зовнішніх умов роботи. Вищеписаним способом можливо підібрати необхідне стале положення зуба 6, при якому буде досягнутий потрібний ефект роботи.

Найбільш оптимальним режимом роботи, який забезпечує якісний обробіток ґрунту в найбільш несприятливих зовнішніх умовах, про які було сказано вище, може бути такий, при якому розпушуючий зуб 6 встановлений під певним кутом у вертикальній площині, а його опора 7 закріплена вільно, тобто вертикальний палець 9 відсутній (не встановлений) і дана опора може обертатись вільно. Таке обертання опори 7 і зубів 6 забезпечується при входженні зуба у ґрунт і утворенні відповідних реакцій між ними.

Після встановлення перед початком роботи оптимального розташування зубів, агрегат починає рухатись, зуби входять у ґрунт і обробляють його.

Слід зазначити, що найбільш оптимальною формою розпушуючого зуба для даної борони може бути V-подібна форма.

Вільне закріплення зубів забезпечує їх провертання безпосередньо у ґрунті, при вході і виході з нього, а також поза ґрунтом за рахунок сил інерції, що в свою чергу забезпечує інтенсивний обробіток ґрунту, самоочищення зубів від налипання вологого ґрунту і рослинних решток, а також зменшує імовірність поломки при зустрічі зуба з твердою перепоною.

Застосування борони з регульованими зубами підвищує інтенсивність обробітку ґрунту, що особливо важливо при роботі на важких за механічним складом і вологих ґрунтах, підвищує надійність конструкції і забезпечує самоочищення робочих органів за рахунок наявності регулювання положення зубів та можливості їх вільного обертання під час роботи.

Досліджена гребенястість ґрунту при обробітку її двома типами гнучких борін. Нашими попередніми дослідженнями і даними інших дослідників встановлено, що оптимальна гребенястість на схилах крутістю до 8° повинна становити до 3 см, при гребенястості ґрунту перед початком роботи до 10 см [1, 4].

Мінімальна гребенястість ґрунту надає не тільки максимально привабливий естетичний вигляд обробленій ділянці, але і має велике значення при використанні малогабаритної техніки на його обробітку. При виконанні операцій садіння розсади, висаджування картоплі гребенястість ґрунту (до 10 см), що утворилась в результаті передпосівного обробітку серійними боронами, не сприяє плавному руху агрегату (садильного чи висаджувального). Тому у завдання агрегата з гнучкою бороною входить забезпечення мінімальної гребенястості ґрунту.

Гребенястість ґрунту – це середнє значення відстаней від поверхні ґрунту до нижньої точки впадини.

На рис. 2 подані графіки залежності гребенястості ґрунту від глибини його обробітку агрегатом – малогабаритний трактор з плугом з стандартною гнучкою бороною. Графіки описуються криволінійною залежністю, що наближається за значенням до функції виду $t = bh^c$, де $-1 < c < 0$, при $h \neq 0$. Варіаційні показники: для $W = 18\%$ - $\bar{t} = 5,4$ см, $\sigma = \pm 0,8$ см, $V = 14,8\%$, $m = \pm 0,16$ см, $P = 2,96\%$; для $W = 22\%$ - $\bar{t} = 6$ см, $\sigma = \pm 0,8$ см, $V = 13,3\%$, $m = \pm 0,16$ см, $P = 2,67\%$; для $W = 25\%$ - $\bar{t} = 6,3$ см, $\sigma = \pm 0,8$ см, $V = 12,7\%$, $m = \pm 0,16$ см, $P = 2,54\%$.

Зі збільшенням глибини обробітку ґрунту стандартною гнучкою бороною показник гребенястості зменшується і досягає свого мінімального значення (3,5 - 4 см) при максимальній для даної борони глибині обробітку. З графіка на рис. 2 видно, що стандартна борона

відповідає оптимальному значенню даного показника у досліджуваних границях вологості ґрунту і глибини його обробітку.

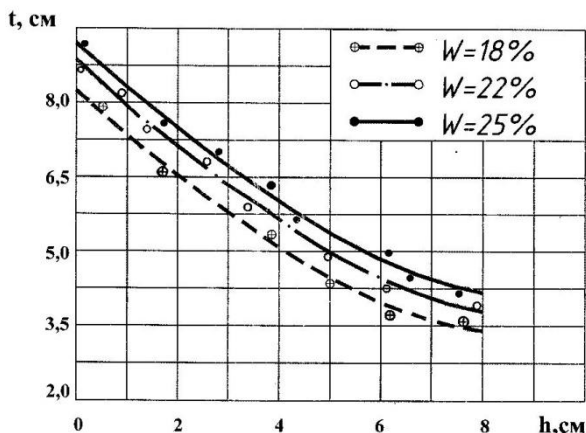


Рис. 2 – Залежність гребенястості ґрунту t від глибини його обробітку h при різній вологості ґрунту W під час роботи стандартної гнучкої борони

На рис. 3 подані графіки залежності гребенястості ґрунту від глибини його обробітку агрегатом – малогабаритний трактор з плугом з експериментальною гнучкою бороною. Графіки описуються криволінійною залежністю, що наближається за значенням до функції виду $t = bh^c$, де $-1 < c < 0$, при $h \neq 0$. Варіаційні показники: для $W = 18\%$ - $\bar{t} = 4,5$ см, $\sigma = \pm 1,05$ см, $V = 23,3\%$, $m = \pm 0,21$ см, $P = 4,67\%$; для $W = 22\%$ - $\bar{t} = 5,3$ см, $\sigma = \pm 1,1$ см, $V = 20,7\%$, $m = \pm 0,22$ см, $P = 4,2\%$; для $W = 25\%$ - $\bar{t} = 5,8$ см, $\sigma = \pm 1,1$ см, $V = 18,9\%$, $m = \pm 0,22$ см, $P = 3,8\%$.

Як показують криві графіка, гребенястість ґрунту в необхідних границях в 2–3 см забезпечується даною бороною на необхідній глибині до 8 см. При інших глибинах значення цього показника змінюється (при збільшенні глибини обробітку ґрунту він зменшується).

Експериментальна гнучка борона на відміну від стандартної здатна краще (з меншими відхиленнями) забезпечити необхідне значення показника гребенястості ґрунту при різній вологості і необхідній глибині обробітку через те, що тут зуби борони встановлені вільно, можуть обертатись навколо своєї осі і, відповідно, більш інтенсивно обробляти ґрунт та зменшувати його гребенястість.

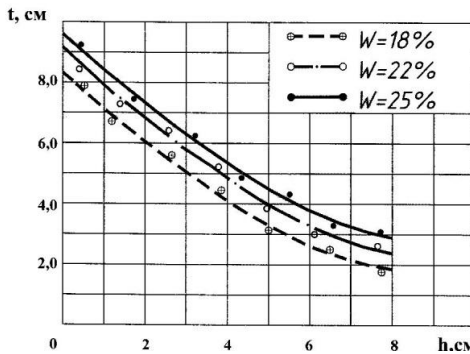


Рис. 3 - Залежність гребенястості ґрунту t від глибини його обробітки h при різній вологості ґрунту W під час роботи експериментальної гнучкої борони

Слід зазначити, що наведена конструкція експериментальної гнучкої борони не є кінцевою границею її вдосконалення. Є варіанти для подальших розробок нових конструкцій даних борін в напрямку вдосконалення форми зуба, його кріплення, привода, що може призвести до досягнення ще кращих агротехнічних показників.

Висновки. Наведений вище аналіз роботи гнучкої борони з регульованими зубами показує, що вона забезпечує високі агротехнічні показники роботи у порівнянні з машинами-аналогами.

Література

1. Александрян К.В. Машины для освоения горных склонов и борьбы с водной эрозией почвы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 191 с.
2. Патент № 20445144 Россия, МКВ А 01 В 49/02. Устройство для обработки почвы Н.И. Бездольного / Бездольный Н.И.; – № 5061626/15; заявл. 07.09.1992, опубл. 10.10.1995.
3. Патент № 2046579 Россия, МКВ А 01 В 49/02. Сельскохозяйственный агрегат Н.И. Бездольного / Бездольный Н.И. – № 5059091/15; заявл. 18.08.1992, опубл. 27.10.1995.
4. Канарев Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия. –М.: Машиностроение, 1983. – 144 с.
5. Пат. № 67581 Україна, МКВ А01В 49/02. Борона гнучка з регульованими зубами / М.В. Усенко та ін. – № 2003109746. Заявл. 30.10.2003. Опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6.

Рецензент д.т.н., проф. Б.О. Пальчевський