

УДК 631.312:629.114.2.001.4

Кюрчев В., канд. техн. наук, Надикто В., д-р техн. наук (Таврійський державний агротехнологічний університет)

Орний агрегат на основі трактора серії ХТЗ-160

Наведено результати польових випробувань нового орного агрегату, розробленого на основі трактора серії ХТЗ-160 (ХТЗ-16131).

ВАТ «Харківський тракторний завод ім. С.Орджонікідзе» розробило сімейство тракторів серії ХТЗ-160 інтегрального компонування з жорсткою (не з'єднаною шарнірами) рамою та однаковими рушіями, передні з яких – керовані. Збільшення їх діаметра до розміру задніх коліс зумовлене потребою у підвищенні переднього навісного механізму вантажопідйомності.

Задовільна поворотність тракторів з великим діаметром передніх керованих коліс може бути забезпечена лише за відповідної колії. Саме тому енергозасоби ХТЗ серії 160 мають збільшену колію, яка становить 2100 мм. За такої колії важливо визначитися, як буде рухатися енергетичний засіб у складі орного агрегату: у борозні чи поза нею.

До недавнього часу існувало загальноприйняте визначення, що найменший тяговий опір матиме плуг, симетрично приєднаний до трактора. Тобто тоді, коли умовний «центр опору» цього знаряддя знаходиться у поздовжній площині симетрії енергетичного засобу. При цьому вважали, що таке можливе при виконанні наступних умов [1]:

$$B_T = b_k \cdot (n + 1) - 2 \cdot A - b; \quad (1)$$

$$B'_T = b_k \cdot (n + 1) + b, \quad (2)$$

де B_T , B'_T – колія енергетичного засобу під час переміщення рушіїв його правого борту поза борозною і в борозні відповідно; b_k – конструктивна ширина захва-

ту корпуса плуга; n – число корпусів знаряддя; A – відстань від борозни до зовнішньої крайки рушія; b – ширина рушія трактора (в даному випадку це шина 16,9R38, для якої $b = 430$ мм).

За своїми тягово-зчіпними характеристиками трактори серії ХТЗ-160 відносяться до енергетичних засобів тягового класу 3. На оранці в умовах півдня України вони потенційно можуть використовуватися принаймні з п'ятикорпусними ($n=5$) плугами типу ПЛН-5-35, для яких $b_k = 350$ мм. Як показує практика роботи подібних орних МТА, під час руху трактора поза борозною величина A може становити 150 мм.

Розрахунки показують, що умови (1) і (2) можуть бути виконані, коли бажана колія трактора серії ХТЗ-160 становитиме 2530 мм – під час його руху правими колесами у борозні, і 1370 мм – поза нею.

Як бачимо, ні перша, ні друга вказані вище умови не виконуються, оскільки дійсна колія енергетичного засобу (B_d) становить 2100 мм. Натомість відомо, що коли дійсне значення колії енергетичного засобу більше за бажане, то плуг приєднують не симетрично, а з певним правостороннім поперечним зміщенням (e_n). І воно тим більше, чим більшою є різниця між значеннями цих колій:

$$e_n = (B_d - B_T)/2. \quad (3)$$

З аналізу виразу (3) випливає, що для агрегатуван-

ня трактора серії ХТЗ-160 з плугом ПЛН-5-35 поза борозною орне знаряддя слід змістити у поперечному напрямку вправо на $(2100-1370)/2 = 365$ мм.

Навіть якщо таке конструктивне рішення було технічно можливим, здійснювати його недоцільно, якщо б не була схема налагодження заднього навісного механізму (ЗНМ) трактора – триточкова (варіант 1) чи двоточкова (варіант 2).

У першому варіанті настроювання ЗНМ вказане правостороннє зміщення плуга (365 мм) повністю можна реалізувати лише з його переміщенням відносно власних приєднувальних бугелів. «Центр опору» орного знаряддя зміщується при цьому вправо, і між лінією тяги трактора та його поздовжньою віссю симетрії утворюється певний кут (назовемо його α). Наявність останнього спричинює появу як збурення у вигляді розворотного моменту, так і бокової складової тягового зусилля трактора, що збільшує силу тертя

польових дощок об стінку борозни з усіма випливаючими звідси негативними наслідками [1, 2, 3].

За другим варіантом правостороннє поперечне зміщення плуга можна здійснити як відносно власних приєднувальних бугелів, так і шляхом відповідного переміщення нижніх тяг ЗНМ трактора. Але останнє у тракторів серії ХТЗ-160 можливе на величину не більше ніж 180 мм. Решту ж правостороннього поперечного переміщення плуга (тобто 185 мм) слід реалізувати лише відносно його приєднувальних бугелів. В результаті отримуємо практично ті ж недоліки, що й у першому варіанті.

Трактор серії ХТЗ-160 під час руху пра-

вими колесами у борозні повинен мати колію 2530 мм, що на 430 мм більша за дійсну. В такому разі плуг також слід зміщувати у поперечному напрямку, але не вправо, а вліво, і на величину, яка в даному випадку становить $(2530-2100)/2 = 215$ мм.

Під час лівостороннього поперечного переміщення плуга «центр опору» знаряддя (т. D_n , рис. 1) знаходиться зліва на певній відстані (e_n) від поздовжньої осі симетрії трактора. Сила його тяги (T) з поздовжньою віссю симетрії також утворює відповідний кут (α). Але в цьому варіанті поперечна складова тягового зусилля енергозасобу (T_2) не притискує орне знаряддя до стінки борозни, а навпаки – намагається відштовхнути його від неї. В результаті зменшується сила тертя польових дощок об ґрунт, що сприяє зменшенню (іноді – суттєвому!) тягового опору плуга [2].

Певна річ, що величина лівостороннього поперечного зміщення плуга не може бути будь-якою. При певному її значенні плуг може втратити стійкість руху. Дослідженнями встановлено, що максимальна величина вказаного зміщення орного знаряддя є визначеною і може бути знайдена із виразу [2]:

$$e_{n \max} < d_n \cdot \operatorname{ctg}(\varphi + \gamma), \quad (4)$$

де d_n – найкоротша відстань в плані від «миттєвого центру повороту» нижніх тяг ЗНМ трактора до «центру» опору плуга (див. рис. 1); φ – кут тертя матеріалу польової дошки об стінку борозни; γ – кут у плані, утворений лезом лемеша та стінкою борозни.

Лівостороннє поперечне зміщення плуга доцільно здійснювати саме шляхом переміщення його відносно власних приєднувальних бугелів. Адже, як відомо [2], тяговий опір знаряддя при цьому зменшується, причому до такої міри, що з'являється можливість зняття усіх польових дощок, крім останньої. Певною мірою зростає розворотний момент, але зменшити його до мінімуму можна при застосуванні триточнової схеми налагодження ЗНМ трактора [3].

З наведеного вище однозначно випливає висновок про доцільність руху трактора серії ХТЗ-160 з орним знаряддям правими колесами в борозні. Проте на практиці виявилось, що з приєднанням до цього енергозасобу плуга ПЛН-5-35 перший його корпус йде по борозні, а тому не використовується в процесі оранки. В результаті конструктивна ширина захвату орного агрегату становить не 175, а лише 140 см.

Цей недолік усунуто шляхом застосування лівостороннього поперечного зміщення плуга. Для цього його приєднувальні бугелі перемістили на рамі на потрібну

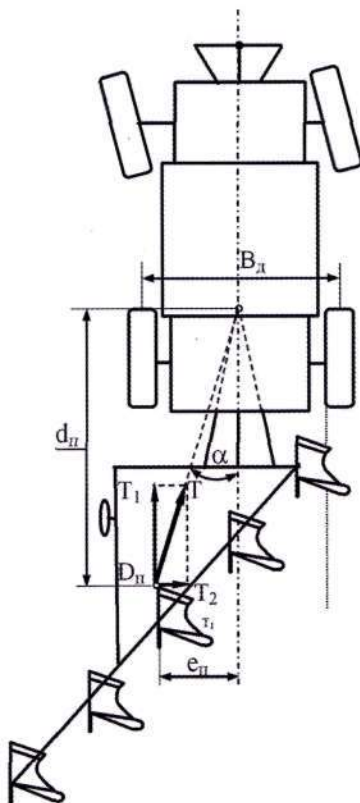


Рис. 1. Схема лівостороннього зміщення плуга в агрегаті з трактором серії ХТЗ-160 під час його руху правими колесами в борозні

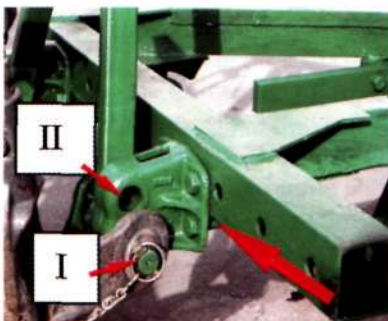


Рис. 2. Лівостороннє зміщення бугелів плуга та позиції понижувача

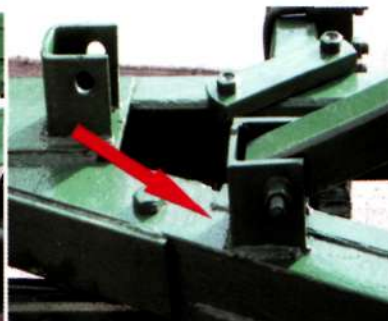


Рис. 3. Зміщення точки приєднання центральної розкосини плуга



Рис. 4. Плуг ПЛН-5-35 зі знятими чотирма передніми польовими дошками

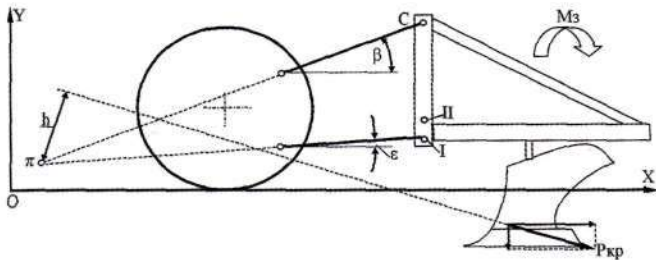


Рис. 5. Схема дії на плуг заглиблювального моменту



Рис. 6. ХТЗ-16131 в агрегаті з модернізованим плугом ПЛН-5-35

величину вліво (рис.2). В цьому ж напрямку змістили і точку приєднання центральної розкосини знаряддя (рис.3). Польові дошки на перших чотирьох корпусах плуга було видалено (рис.4).

Для модернізованого плуга маємо: $d_n = 3,8$ м, а $\gamma = 42^\circ$. Що стосується кута тертя матеріалу польової дошки об ґрунт (φ), то його значення, в залежності від типу останнього, може змінюватися в межах $14-42^\circ$ [1]. Розглянемо найгірший варіант, коли

$$\varphi = \max = 42^\circ.$$

У цьому випадку максимально допустиме лівостороннє зміщення плуга $e_{n \max}$, як випливає із залежності (4), дорівнює 0,4 м. Дійсне ж переміщення вліво модернізованого плуга ПЛН-35 становить лише 0,215 м. А це означає, що курсова стійкість даного орного знаряддя в агрегаті з трактором серії ХТЗ-160 не має бути порушена.

Стійкість руху плуга у поздовжньо-вертикальній площині залежить від величини та напрямку дії заглиблювального моменту (M_z , рис.5):

$$M_z = R_{кр} \cdot h,$$

де $R_{кр}$ – сумарний тяговий опір орного знаряддя; h – відстань від лінії дії сили опору плуга до «миттєвого центру повороту заднього навісного механізму трактора (т.π).

Як бачимо, момент M_z зростає зі збільшенням плеча h . Цей параметр, у свою чергу, можна збільшити шляхом зменшення ординати т.π (див. рис. 5). Для цього треба:

- зменшити кут нахилу (β) центральної тяги ЗНМ трактора шляхом пониження точки її приєднання до приєднувального трикутника плуга (т.С, рис. 5);

- збільшити кут нахилу (ϵ) нижніх тяг ЗНМ енергетичного засобу. Для цього на бугелях орного знаряддя слід приєднувальні пальці перемістити з позиції I у позицію II (див. рис. 5 і 2).

Найбільший ефект дає одночасна реалізація обох варіантів. Але при цьому слід враховувати, що зменшення кута призводить до двох небажаних наслідків. По-перше, зменшується довантаження задніх коліс трактора. По-друге, погіршується кінематика підйому плуга у транспортне положення [2]. У зв'язку з цим найбільш прийнятним варіантом є другий. Тим паче, що конструкція плуга передбачає його реалізацію.

Для практичних випробувань ми обрали трактор ХТЗ-16131 з такою технічною характеристикою:

Модель двигуна	BF6M1013E, DEUTZ AG
Потужність двигуна, кВт (к.с.)	139,7 (190)
Питомі витрати палива, г/кВт·год (г/к.с.·год)	217 (160)
Кількість передач переднього ходу	20
Кількість передач заднього ходу	20

} реверсивна
трансмсія

База, мм	2860
Коля, мм	2050
Шини	16,9R38
Маса експлуатаційна, кг	8260

Випробування орного машинно-тракторного агрегату (рис. 6) проводили на полі, вологість ґрунту якого в шарі 0-25 см складала 17,8%. Плуг ПЛН-5-35 було відрегульовано на глибину оранки 25 см. Орний агрегат рухався зі швидкістю 2,3-2,5 м/с. Робоча ширина агрегату становила 1,76 м. Дійсне середнє значення глибини оранки становило 24,3 см. Середнє квадратичне відхилення цього показника ($\pm 1,8$ см) не перевищувало агротехнічно допустиме (± 2 см).

Продуктивність агрегату за 1 год основного (чисто-го) часу в середньому становила 1,5 га. Буксування рушіїв трактора не перевищувало 11%. Питомі витрати палива були на рівні 14,5 кг/га. Априорі можна припустити, що з приєднанням плуга ПЛН-5-35 шляхом правостороннього його зміщення на 365 мм і рухом трактора ХТЗ-16131 поза борозною цей показник був би значно більшим.

Спектр коливань траєкторії борозни, утворюваної останнім корпусом плуга, був низькочастотним. Основна частка дисперсії цього показника знаходилась в діапазоні 0-0,63 м⁻¹. При середній швидкості руху орного агрегату 2,4 м/с це становило вусього 0-1,5 с або 0-0,24 Гц.

Такий частотний діапазон коливань плуга вказує на те, що видалення його перших чотирьох польових дощок не призводить до погіршення стійкості руху орного агрегату в горизонтальній площині.

Висновки.

Модернізація серійного плуга ПЛН-5-35 дала можливість, по-перше, агрегувати його з трактором серії ХТЗ-160 і, по-друге, отримати орний машинно-тракторний агрегат, якісні показники роботи якого відповідають агротехнічним вимогам.

Список літератури

1. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н.Синеоков. – М.: Машиностроение, 1965. – 312 с.
2. Надикто В.Т. Основы агрегатирования модульных энергетических средств / В.Т.Надикто. – Мелитополь: КП «ММД», 2003. – 240 с.
3. Булгаков В.М. Агрегативання плугів / В.М.Булгаков, В.І.Кравчук, В.Т. Надикто. – К.: Аграрна наука, 2008. – 152 с.

Стаття надішла в редакцію 15 лютого 2010 р.